



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
**Universidad del Perú. Decana de América**  
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas

**Mejora del proceso de atención de salud ocupacional  
mediante modelo de simulación**

**TESINA**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

**AUTOR**

Diana Keiko CUBAS CHILET

**ASESOR**

Nilo Eloy CARRASCO ORÉ

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Cubas, D. (2016). *Mejora del proceso de atención de salud ocupacional mediante modelo de simulación*. [Tesina de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---



125

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL 2014-II**

**Acta de Sustentación de Tesina**

Siendo las 21:05 del día 11 de Mayo del año 2016, se reunieron los docentes designados como miembros de Jurado de la Tesina, presidido por el Ing. Cesar Alberto, Molina Neyra, el Ing. Joel Fernando, Machado Vicente (Miembro) y el Ing. Winston Ignacio, Ugaz Cachay (Miembro) para la sustentación de la Tesina intitulada: "MEJORA DEL PROCESO DE ATENCIÓN DE SALUD OCUPACIONAL MEDIANTE MODELO DE SIMULACIÓN". Por la Srta. Bach, DIANA KEIKO CUBAS CHILET; para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

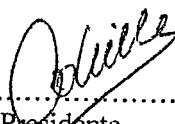
Acto seguido de la exposición de la Tesina, el Presidente invitó al graduando a dar respuesta a las preguntas establecidas por los Miembros de Jurado.

El graduando en el curso de sus intervenciones demostró pleno dominio del tema, al responder con acierto y fluidez a las observaciones y preguntas formuladas por los señores miembros del Jurado.

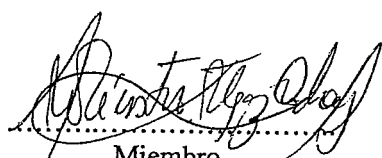
Finalmente habiéndose efectuado la calificación correspondiente por los miembros de Jurado, el graduando obtuvo la nota de 16 (En letras) *dieciséis*

A continuación el Presidente del Jurado el Ing. Cesar Alberto, Molina Neyra declara al graduando **Ingeniero de Sistemas**.

Siendo las 22:00 horas, se levantó la sesión.

  
.....  
Presidente  
Ing. Cesar Alberto, Molina Neyra

  
.....  
Miembro  
Ing. Joel Fernando, Machado Vicente

  
.....  
Miembro  
Ing. Winston Ignacio, Ugaz Cachay

FICHA CATALOGRÁFICA

CUBAS CHILET, DIANA KEIKO

MEJORA DEL PROCESO DE ATENCION DE SALUD  
OCUPACIONAL MEDIANTE MODELO DE SIMULACION

Programa/línea de investigación (ejm. Modelos y Simulación)  
(Lima, Perú 2016)

Tesina, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Pregrado, Universidad  
Nacional Mayor De San Marcos

Formato 28 x 20 cm Paginas #125

**DEDICATORIA:**

El presente trabajo está dedicado a mis padres y a mi hermano por apoyarme incondicionalmente en que logre conseguir cada una de mis metas.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a mis padres por facilitarme con todos los medios posibles que termine mi carrera universitaria y animarme a superar mis errores,

A mi hermano por alegrar cada día que necesité y escucharme cuando pasaba momentos difíciles en la universidad,

Al profesor Nilo Carrasco que me asesoró constantemente y me instruyó durante los últimos meses con el objetivo de lograr una tesina de calidad,

A cada uno de los profesores que me brindaron sus conocimientos y se interesaron porque aprenda y sea una verdadera profesional,

A la universidad UNMSM por abrirme sus puertas y ser como un segundo hogar en el que se formaron tantos recuerdos inolvidables,

Y a mis amigos de la empresa Control Vital que me posibilitaron la información necesaria para la elaboración de la presente tesina.

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**MEJORA DEL PROCESO DE ATENCION DE SALUD**  
**OCUPACIONAL MEDIANTE MODELO DE SIMULACION**

Autor: CUBAS CHILET DIANA KEIKO  
Asesor: CARRASCO ORÉ NILO  
Título: Tesina, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas  
Fecha: Enero 2016

---

**RESUMEN**

La presente tesina muestra la implementación de una mejora del proceso de atención de las empresas dedicadas a la salud ocupacional; cuya solución se basará en la metodología Seis Sigma para la gestión de las variables involucradas en el proceso, además de la implementación de un modelo de simulación en el programa Arena Simulation para sustentar la mejora realizada, comprobando que la existencia de un nuevo proceso propuesto logrará mayor ganancia, tomando como caso de prueba a la empresa Control Vital. El objetivo de la tesina es reducir los tiempos del proceso de atención para obtener los resultados médicos y así brindar un servicio de alta calidad para los clientes de Control Vital.

**Palabra claves:** Mejora de proceso, Salud ocupacional, Seis Sigma, Modelo de simulación, Arena Simulation, Control Vital.



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**IMPROVEMENT OF OCCUPATIONAL HEALTH CARE PROCESS THROUGH  
SIMULATION MODEL**

Autor: CUBAS CHILET DIANA KEIKO  
Asesor: CARRASCO ORÉ NILO  
Título: Tesina, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas  
Fecha: Enero 2016

---

**ABSTRACT**

This thesis shows the implementation of a process improvement care companies engaged in occupational health; whose solution is based on the Six Sigma methodology for managing the variables involved in the process, besides the implementation of a simulation model in the Arena Simulation program to support the improvement made, proving the existence of a new proposed process will achieve greater profit, taking as a test case the company Control Vital. The aim of the thesis is to reduce processing times for medical care results and thus provide high quality service for customers of Control Vital.

**Key words:** Process improvement, Occupational health, Six Sigma, Simulation model, Arena Simulation, Control Vital.

## INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE GRÁFICOS .....	12
INDICE DE TABLAS .....	13
Introducción .....	14
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....	16
1.1. Antecedentes del problema .....	16
1.2. Definición o formulación del problema .....	20
1.3. Objetivos .....	20
1.4. Justificación.....	20
1.5. Alcance del estudio .....	22
1.6. Organización de la tesina .....	22
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....	24
2.1. Proceso .....	24
2.1.1. Mapeo de procesos.....	24
2.1.2. Propósito de un mapeo .....	25
2.1.3. Pasos para realizar un mapeo .....	25
2.1.4. Ventajas de un mapeo .....	25
2.1.5. Mejora de procesos .....	26
2.1.6. Elementos de una mejora de procesos.....	26
2.2. Simulación.....	28
2.2.1. Etapas de la simulación.....	30
2.2.2. Arena Simulation .....	33
2.2.2.1. Aplicaciones.....	33
2.2.2.2. Elementos de un modelo de arena.....	34
2.2.3. Promodel .....	37
2.2.3.1. Aplicaciones.....	37

2.2.3.2.	Elementos de un modelo de promodel .....	38
2.2.4.	SIMUL8 .....	38
2.2.4.1.	Aplicaciones .....	39
2.2.4.2.	Elementos de un modelo de simul8.....	39
2.3.	Metodología seis sigma .....	43
2.3.1.	La métrica de seis sigma .....	45
2.3.2.	Las fases DMAMC de seis sigma .....	46
2.3.2.1.	Fase de definición .....	46
2.3.2.2.	Fase de medición.....	52
2.3.2.3.	Fase de análisis.....	55
2.3.2.4.	Fase de mejora.....	58
2.3.2.5.	Fase de control .....	60
2.4.	Metodología Lean Manufacturing.....	63
2.4.1.	Principios de Lean Manufacturing .....	63
2.4.2.	Herramientas, métodos y técnicas .....	65
2.4.3.	Etapas de la metodología Lean.....	66
2.4.3.1.	Fase de Diagnóstico .....	66
2.4.3.2.	Fase de determinación del estado futuro .....	66
2.4.3.3.	Fase piloto .....	66
2.4.3.4.	Fase de mejora continua:.....	67
2.5.	Metodología Kaizen .....	68
2.5.1.	Beneficios de Kaizen.....	68
2.5.2.	Pasos de la metodología Kaizen.....	68
CAPITULO III. ESTADO DEL ARTE METODOLÓGICO .....		72
CAPITULO IV. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN O DEL ESTUDIO .....		83
4.1.	Fases de la metodología Seis Sigma .....	85

4.1.1.	Fase de Definición.....	85
4.1.2.	Fase de Medición .....	93
4.1.3.	Fase de Análisis.....	99
4.1.4.	Fase de Mejora .....	105
4.1.5.	Fase de Control .....	115
4.1.5.1.	Plan de Contingencia.....	117
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		122
7.1.	Conclusiones .....	122
7.2.	Recomendaciones.....	123
CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		124
8.1.	Libros: .....	124
8.2.	Tesis: .....	124
8.3.	Sitios Web.....	125

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1. Histograma de accidentes laborales según actividad económica .....	16
Gráfico 1.2. Histograma de demanda de Control Vital según año .....	21
Gráfico 2.1. Número de partes por millón fuera de los límites de especificación.....	43
Gráfico 2.2. Fases de la metodología Seis Sigma .....	44
Gráfico 2.3. Fase de “Definir” de la metodología Seis Sigma .....	44
Gráfico 2.4. Mapeo del proceso de alto nivel.....	49
Gráfico 2.5. Fase de “Medir” de la metodología Seis Sigma .....	50
Gráfico 2.6. Fase de “Analizar” de la metodología Seis Sigma .....	53
Gráfico 2.7. Posibles fuentes de variación del proceso .....	56
Gráfico 2.8. Fase de “Mejorar” de la metodología Seis Sigma.....	56
Gráfico 2.9. Fase de “Controlar” de la metodología Seis Sigma .....	58
Gráfico 4.1. Modelado del Proceso de Atención de Control Vital.....	80
Gráfico 4.2. Diagrama de Clientes Internos y Externos.....	82
Gráfico 4.3. Lista de Características Críticas del Proceso .....	85
Gráfico 4.4. Mapeo del Proceso de Alto Nivel .....	89
Gráfico 4.5. Diagrama de Pareto según Defectos Acumulados .....	94
Gráfico 4.6. Diagrama de Variables Críticas al Proceso .....	96
Gráfico 4.7. Flujograma del Proceso del Negocio de Control Vital .....	99
Gráfico 4.8. Modelo de Simulación del Proceso Actual .....	105
Gráfico 4.9. Tiempos mínimos y máximos según actividad (actual) .....	106
Gráfico 4.10. Histograma de porcentaje de uso según recurso (actual) .....	106
Gráfico 4.11. Modelo de Simulación del Proceso Futuro .....	108
Gráfico 4.12. Tiempos mínimos y máximos según actividad (futuro).....	109
Gráfico 4.13. Histograma de porcentaje de uso según recurso (futuro).....	109

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Evolución de la población económicamente activa según género (INEI).....	19
Tabla 2.1. Tabla de comparación entre programas de simulación .....	41
Tabla 2.2. Tabla de Defectos ppm según Nivel Sigma .....	44
Tabla 2.3. Variables dependiente, independiente y de ruido.....	51
Tabla 2.4. Tabla de comparación entre metodologías de procesos .....	69
Tabla 3.1. Matriz Comparativa del Estado del Arte.....	79
Tabla 4.1. Tabla de Clientes y Requerimientos.....	83
Tabla 4.2. Tabla de Clientes y Plan de acción.....	84
Tabla 4.3. Tabla de Actividades según Entradas y Salidas .....	89
Tabla 4.4. Tabla de Variables dependientes, independientes y de ruido.....	91
Tabla 4.5. Tabla de Métricas y Mecanismos de Análisis .....	92
Tabla 4.6. Tabla de Defectos según Área de Control Vital.....	93
Tabla 4.7. Tabla de Preguntas 5W/1H .....	94
Tabla 4.8. Tabla de Variables del Cálculo de la Capacidad .....	96
Tabla 4.9. Tabla de Ponderación de Causas y Efectos .....	98
Tabla 4.10. Tabla de Porcentaje de Valor Añadido y No Añadido .....	101
Tabla 4.11. Tabla de Evaluación de Actividades de Valor No Añadido.....	102
Tabla 4.12. Tabla de Variables del Cálculo de la Capacidad .....	111

## Introducción

Una de las principales preocupaciones de una compañía debe ser el control de riesgos que atentan contra la salud de sus trabajadores y contra sus recursos materiales y financieros.

Los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales son factores que interfieren en el desarrollo normal de la actividad empresarial, incidiendo negativamente en su productividad y por consiguiente amenazando su solidez y permanencia en el mercado; conllevando además graves implicaciones en el ámbito laboral, familiar y social.

En consideración a lo anterior, la gerencia de toda compañía debe asumir su responsabilidad en buscar y poner en práctica las medidas necesarias que contribuyen a mantener y mejorar los niveles de eficiencia en las operaciones de la empresa y brindar a sus trabajadores un medio laboral seguro.<sup>1</sup>

Para ello de acuerdo a las disposiciones de la Organización Internacional el Trabajo OIT y las leyes establecidas en el país conforme al Sistema de Riesgos Profesionales, ha de elaborar un Programa de Salud Ocupacional pendiente a preservar, mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en sus correspondientes ocupaciones y que deben ser desarrolladas en forma multidisciplinaria. Esto se llevará a cabo mediante evaluaciones médicas periódicas.

La finalidad de las evaluaciones médicas ocupacionales es determinar: (i) la aptitud psicofísica de un postulante para el desempeño del puesto de trabajo ofrecido; (ii) las afecciones producidas por el trabajo o por los agentes de riesgo a los cuales un trabajador activo pueda encontrarse expuesto con motivo de sus tareas; y, (iii) comprobar el estado de salud del trabajador al momento de su desvinculación.<sup>2</sup>

En línea con ello, los exámenes médicos deben realizarse en tres momentos determinados: antes del ingreso del trabajador (exámenes pre-ocupacionales), durante el transcurso de la

---

<sup>1</sup> Mintra, Reglamento de seguridad y salud en el trabajo decreto supremo N° 009-2005-TR

<sup>2</sup> Control Vital, Grupo Vital - Servicios Integrales de Salud Empresarial

relación laboral (exámenes ocupacionales) y a la finalización de ésta (exámenes post-ocupacionales). Como contrapartida, los trabajadores tienen como obligación someterse a los exámenes médicos que sus empleadores determinen; si se negasen a hacerlo, los empleadores podrán sancionarlos ya sea a través de una amonestación o suspensión y excepcionalmente con el despido (si el examen ha sido acordado u ordenado expresamente por ley y es determinante de la relación laboral).<sup>3</sup>

Dicho esto, la demanda del servicio que brindan las empresas de salud ocupacional no está siendo cubierta, por lo que aún no satisfacen las expectativas de sus clientes. Las principales causas de los inconvenientes que presentan sus procesos de atención, tenemos: actividades que no aportan valor al proceso del negocio pues muchas de ellas deben repetirse porque el personal comete errores en el ingreso de resultados al sistema, gran cantidad de pacientes en espera pues el área de recepción y administrativa no distribuyen correctamente las atenciones diarias y falta de organización en el proceso de atención pues el personal incumple las reglas del negocio perjudicando el flujo frecuente en la toma de exámenes.

Por lo tanto, la presente tesina tiene como finalidad mejorar el proceso de atención de las empresas dedicadas a la salud ocupacional; así optimizar sus tiempos y sus recursos en base a una metodología de gestión de variables del flujo con sus respectivas validaciones mediante modelos de simulación. De esta manera, se comprobará que el nuevo proceso que surja de la aplicación de la metodología será la indicada para aplicar en la empresa Control Vital, la cual es el caso de prueba del trabajo.

---

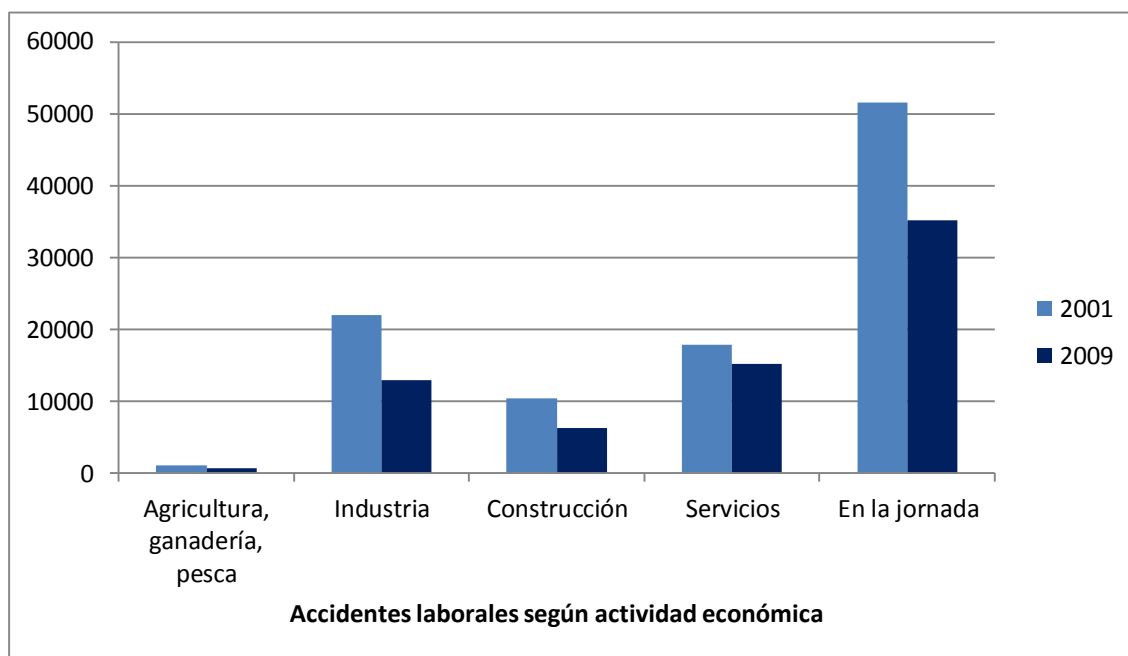
<sup>3</sup> Control Vital, Grupo Vital - Servicios Integrales de Salud Empresarial



## CAPITULO I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

### 1.1. Antecedentes del problema

En las últimas décadas, se han generado grandes avances tecnológicos en el lugar de trabajo, los cuales, junto con la rápida globalización, han transformado el trabajo para muchas personas en todo el mundo. Los efectos de dichos cambios en la seguridad y la salud en el trabajo (SST) también han sido notorios. En algunos casos, se han reducido o eliminado peligros y riesgos más tradicionales, por ejemplo, a través de la automatización industrial, pero las nuevas tecnologías también han creado nuevos riesgos. Muchos de los riesgos tradicionales del lugar de trabajo persisten, sin embargo el número de enfermedades y accidentes relacionados con el trabajo sigue siendo inaceptablemente elevado.<sup>4</sup>



*Gráfico 1.1. Histograma de accidentes laborales según actividad económica (Elaboración propia)*

<sup>4</sup> Minsa, Protocolos de exámenes médicos ocupacionales y guías de diagnóstico de los exámenes médicos obligatorios por actividad, 2014

Según las recomendaciones de la Organización Mundial de Salud (OMS), indica que es preciso adoptar medidas para reducir al mínimo las diferencias que existen entre los diversos grupos de trabajadores en lo que respecta a los niveles de riesgo y el estado de salud. En consecuencia, hoy en día todos los empleadores, sin excepción, se encuentran obligados a practicar exámenes médicos a sus trabajadores. Esta obligación es impuesta de manera general por el Reglamento de Salud y Seguridad en el Trabajo (aprobado mediante Decreto Supremo No. 009-2005-TR) y también por normas especiales aplicables a determinados sectores económicos (el Reglamento de Salud e Higiene Minera, por ejemplo).<sup>5</sup>

Las enfermedades relacionadas al trabajo están causadas por la exposición a agentes químicos, biológicos y a riesgos físicos en los lugares de trabajo. Aunque su frecuencia quizá sea menor que la de otras grandes afecciones incapacitantes, está probado que afectan a un número considerable de personas, sobre todo en los países en rápido proceso de industrialización. En muchos casos, las enfermedades relacionadas al trabajo son graves e incapacitantes, pero dos circunstancias permiten prevenirlas con facilidad: en primer lugar, sus agentes causales pueden identificarse, medirse y controlarse; en segundo lugar, las poblaciones expuestas suelen ser de fácil acceso y se pueden vigilar y tratar con regularidad. Además, las alteraciones iniciales son con frecuencia, reversibles si se tratan con prontitud; de ahí la gran importancia de la detección precoz de toda enfermedad relacionada al trabajo.

En la actualidad, la notificación de las enfermedades relacionadas al trabajo es incompleta; es por esta razón que recientemente el Tribunal Constitucional (Expediente No. 00300-2010-HD/TC) ha reconocido la obligación de los empleadores a entregar a cada trabajador los resultados de los exámenes a los cuales ha sido sometido. El Tribunal Constitucional señaló que la negativa de la empresa de entregar la información mencionada afecta el derecho a la autodeterminación informativa del trabajador, el cual faculta a toda persona a usar y ejercer control sobre la información personal que le concierne y que esté contenida en registros, cualquiera

---

<sup>5</sup> Carmen Zubiarte Chávez, Exámenes médicos en el centro de trabajo, 2014

fuera su soporte, tanto públicos como privados, a fin de enfrentar posibles abusos o riesgos derivados del uso de la misma. De acuerdo con este criterio, todo trabajador tiene derecho a acceder a la información personal que es recolectada por su empleador, incluyendo la relacionada con su salud.<sup>6</sup>

Gracias al crecimiento repentino de la demanda de evaluaciones médicas ocupacionales, las empresas dedicadas a la Salud Ocupacional se están posicionando del mercado, buscando cubrir la necesidad de sus clientes para la mejora de la calidad de vida de la población trabajadora (8'432,170 de hombres y 7'072,444 de mujeres, haciendo un total de 15'504,614 de trabajadores en escenario nacional de 2'518,617 Micro y Pequeñas Empresas (MYPES)).

---

<sup>6</sup> Carmen Zubiarte Chávez, Exámenes médicos en el centro de trabajo, 2014

**EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA OCUPADA MASCULINA, SEGÚN ÁMBITO GEOGRÁFICO, 2004-2014**

(Miles de personas)

Ámbito geográfico	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Total</b>	<b>7 418.1</b>	<b>7 483.2</b>	<b>7 775.8</b>	<b>7 989.9</b>	<b>8 149.9</b>	<b>8 269.6</b>	<b>8 425.8</b>	<b>8 553.8</b>	<b>8 719.6</b>	<b>8 795.1</b>	<b>8 881.0</b>
<b>Área de residencia</b>											
Urbana	5 005.8	5 074.8	5 338.5	5 590.3	5 775.2	5 903.6	6 080.8	6 226.4	6 408.5	6 529.8	6 603.4
Rural	2 412.4	2 408.4	2 437.2	2 399.7	2 374.7	2 365.9	2 345.0	2 327.4	2 311.1	2 265.3	2 277.6
<b>Región natural</b>											
Costa 1/	3 833.9	3 833.0	4 034.4	4 239.6	4 340.1	4 405.4	4 525.5	4 572.6	4 719.8	4 750.8	4 750.9
Lima Metropolitana 2/ Resto de Costa (Excluye Lima Metropolitana)	2 121.8	2 102.7	2 249.7	2 366.4	2 456.9	2 480.6	2 566.8	2 590.8	2 673.0	2 685.2	2 655.9
Sierra	1 712.1	1 733.2	1 785.4	1 873.2	1 883.2	1 924.9	1 958.7	1 981.8	2 046.8	2 065.6	2 095.0
Selva	2 498.7	2 546.2	2 608.7	2 593.3	2 632.7	2 681.0	2 695.4	2 754.0	2 753.4	2 783.4	2 850.6
	1 085.6	1 104.0	1 132.7	1 157.1	1 177.0	1 183.2	1 205.0	1 227.2	1 246.4	1 260.8	1 279.5
<b>Niveles de urbanización</b>											
Lima Metropolitana 2/	2 121.8	2 099.8	2 249.0	2 366.4	2 456.9	2 480.6	2 566.8	2 590.8	2 673.0	2 685.2	2 655.9
Capitales y grandes ciudades	2 178.7	2 259.6	2 287.5	2 380.0	2 462.8	2 535.6	2 591.1	2 641.9	2 699.2	2 795.5	2 819.6
Otras ciudades	705.3	715.5	802.0	843.9	855.4	887.5	922.9	993.7	1 036.3	1 049.0	1 127.9
Rural	2 412.4	2 408.4	2 437.2	2 399.7	2 374.7	2 365.9	2 345.0	2 327.4	2 311.1	2 265.3	2 277.6

**EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA OCUPADA FEMENINA, SEGÚN ÁMBITO GEOGRÁFICO, 2004-2014**

(Miles de personas)

Ámbito geográfico	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Total</b>	<b>5 641.7</b>	<b>5 637.2</b>	<b>5 907.2</b>	<b>6 207.2</b>	<b>6 309.3</b>	<b>6 488.1</b>	<b>6 664.1</b>	<b>6 753.5</b>	<b>6 821.9</b>	<b>6 888.5</b>	<b>6 915.9</b>
<b>Área de residencia</b>											
Urbana	3 804.8	3 839.4	4 071.3	4 426.6	4 533.7	4 680.0	4 899.8	5 025.3	5 141.1	5 230.4	5 269.1
Rural	1 836.9	1 797.8	1 836.0	1 780.6	1 775.6	1 808.1	1 764.2	1 728.2	1 680.8	1 658.1	1 646.8
<b>Región natural</b>											
Costa 1/	2 816.9	2 805.0	2 978.2	3 278.2	3 310.2	3 447.0	3 571.8	3 622.1	3 711.8	3 720.5	3 736.6
Resto de Costa (Excluye Lima Metropolitana)	1 178.6	1 226.9	1 230.9	1 364.3	1 362.0	1 432.3	1 476.8	1 466.8	1 499.2	1 514.7	1 523.0
Sierra	2 169.7	2 188.0	2 278.1	2 207.7	2 285.4	2 313.3	2 333.5	2 355.9	2 328.9	2 389.7	2 390.8
Selva	655.1	644.3	650.9	721.4	713.7	727.9	758.7	775.4	781.2	778.3	788.4
<b>Niveles de urbanización</b>											
Lima Metropolitana 2/	1 638.3	1 578.0	1 747.2	1 913.9	1 948.2	2 014.7	2 095.0	2 155.4	2 212.6	2 205.8	2 213.6
Capitales y grandes ciudades	1 655.0	1 732.4	1 791.3	1 875.6	1 960.9	1 987.1	2 082.8	2 069.4	2 149.4	2 225.2	2 191.7
Otras ciudades	511.5	529.0	532.7	637.1	624.5	678.3	722.1	800.6	779.1	799.4	863.8
Rural	1 836.9	1 797.8	1 836.0	1 780.6	1 775.6	1 808.1	1 764.2	1 728.2	1 680.8	1 658.1	1 646.8

*Tabla 1.1 Evolución de la población económicamente activa según género (INEI)*

## **1.2. Definición o formulación del problema**

¿Cómo influye la falta de mejora de procesos en los tiempos de atención en la empresa Control Vital?

## **1.3. Objetivos**

### **Objetivo General**

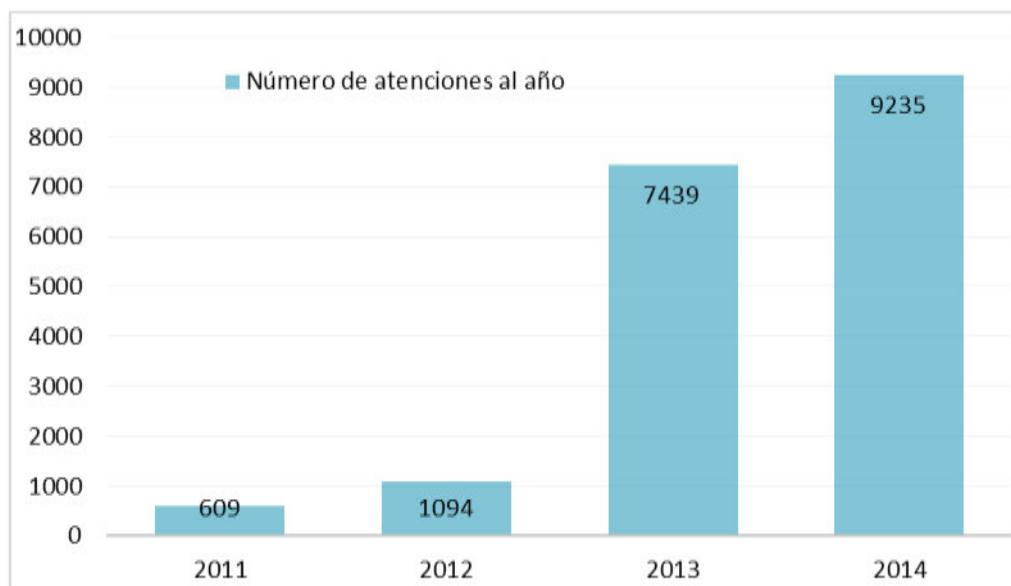
Implementar un modelo de mejora de procesos que permita reducir los tiempos de atención en un 30% y su validación a través de una simulación, el cual se desarrollará en un periodo de 6 meses.

### **Objetivos Específicos o secundarios**

- Reducir los puntos críticos en el servicio que genera cuellos de botella en los distintos tipos de atención (informes, consultorio, recojo de resultados).
- Identificar los elementos y variables inherentes al servicio analizado.
- Diseñar los diagramas de operaciones y de flujo/recorrido del servicio de atención al cliente.
- Proponer un nuevo proceso alternativo, sustentada con sus diagramas de operaciones y flujo/recorrido.

## **1.4. Justificación**

Las empresas de Salud Ocupacional están sobresaliendo sobre otros tipos de negocio, lo cual es fuente notable de ganancias a nivel nacional. Esta experiencia debe ser ampliada para lograr que este liderazgo sea sostenible en el tiempo y que se genere un mercado diferencial competitivo a través de una mejor gestión de la información, procesos más eficientes y calidad de servicio, todo esto mediante el uso de tecnología moderna e innovadora.



*Gráfico 1.2. Histograma de demanda de Control Vital según año  
(Elaboración propia)*

Sin embargo, el nivel de insatisfacción de los clientes empieza a notarse principalmente por el servicio de atención y los tiempos empleados para que se realice. Además, las empresas aún mantienen procedimientos manuales y rudimentarios que actualmente no agilizan el proceso ni cuentan con la infraestructura adecuada para ejecutarlos.

La mala gestión del servicio retarda el desarrollo de los procesos, produciendo una gran pérdida de tiempo en la realización de cada actividad o tarea por la que pasa el paciente. El tiempo por el que los pacientes pasan sus exámenes médicos es de 6 horas; es decir, en promedio terminan a las 3 pm. De igual manera, el tiempo para determinar si un trabajador es apto o no para un puesto a través de sus resultados médicos será mayor; tardan entre 4 u 8 horas en generar los informes debido a que atienden 300 pacientes diarios aproximadamente. Estas cifras son inaceptables para los clientes y en consecuencia, esto podría ocasionar que la empresa a la cual se le aplicaría la presente investigación, pierda sus clientes.

Por ello requieren de un exhaustivo análisis del proceso de atención para determinar en qué punto(s) se generan problemas y contrarrestarlos. Mediante la aplicación de la

teoría de colas y la metodología 6 sigma se establecerán patrones de trabajo que permitirán a las empresas tener referencias para la optimización de sus procesos, lo que derivará en una mayor productividad para ésta y en un mejor servicio para sus clientes.

### **1.5. Alcance del estudio**

El alcance de la presente tesina se centrará en el proceso de atención de las empresas de Salud Ocupacional de Lima que se desarrollaron en los últimos 5 años; dicho proceso consta desde el pase de los pacientes por todas las especialidades necesarias hasta completar sus exámenes médicos y se le entregue su aptitud según el puesto por el que haya postulado. La aplicación del modelo no tomará en cuenta los otros procesos del negocio que son: Administrativo, Asistencial, Facturación.

Además, se utilizará únicamente la metodología 6 Sigma, así como la estructura de sus etapas, principios, funciones y responsabilidades que se debe aplicar para solucionar la insatisfacción de los clientes de la empresa de Salud Ocupacional. Para el desarrollo de los diagramas de procesos, se contará con las siguientes herramientas: Arena Simulation y Bizagi.

### **1.6. Organización de la tesina**

La presente tesina está dividida en 5 capítulos, los cuales están organizados de la siguiente manera:

El capítulo I, presenta antecedentes del problema, definición del problema, objetivo general y objetivos específicos, justificación de la solución y alcance del estudio.

El capítulo II, presenta el marco teórico, que constituye los conceptos necesarios para implementar una mejora de procesos en base a una optimización de tiempos y validada por un modelo de simulación.

El capítulo III, comprende el estado del arte, el cual se basa en diferentes trabajos basados en la mejora de procesos mediante la aplicación de la metodología seis sigma pero validado por otros mecanismos de prueba.

El capítulo IV, presenta la definición, medición, análisis, mejora y control del proceso de atención, que a su vez, representan las etapas de la metodología seis sigma. Posteriormente, se comprobará con un modelo de simulación, que el proceso propuesto mejorará la atención en la empresa Control Vital.

El capítulo V, presenta las conclusiones y recomendaciones finales del presente trabajo.



## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Proceso**

Es un conjunto de actividades interrelacionadas dentro de una empresa con el objetivo mayor de proveer productos o servicios a sus clientes. En la economía global actual, la gestión eficaz de los procesos para la producción de los bienes y servicios en menor tiempo y con menores costos, se tornó una práctica obligatoria para asegurar la competitividad y la rentabilidad de la organización. Pero gerenciar procesos es una tarea compleja, principalmente porque estos procesos no funcionan solos, pero interaccionan con otros procesos dispersos en la empresa. Es por esto que la mejora de los procesos tiene un papel importante en las organizaciones dinámicas, ya que de esto depende la superación de la empresa respecto a la calidad de sus productos, sus procesos, su personal y en general repercute en el posicionamiento y competitividad de la empresa.

Además, a partir del concepto “Proceso” se desarrollarán otros concernientes al modelo para el análisis paramétrico y evaluación organizacional, mejor conocido como MAPEO herramienta para el análisis organizacional aplicable a los procesos, el cual permite a su vez dar lugar a la mejora de procesos, luego de detectada el área potencial, con lo cual también se adentrará en el conocimiento de este rubro analizando su importancia para las organizaciones y sus implicaciones con la innovación de los procesos.<sup>7</sup>

#### **2.1.1. Mapeo de procesos**

Es una técnica para examinar el proceso y determinar adónde y porqué ocurren fallas importantes. El mapeo de un proceso es el primer paso a realizar antes de evaluarlo. Consiste en una plataforma de herramientas para analizar el perfil de composición y articulación de la estructura y los

---

<sup>7</sup> Juan Bravo Carrasco, Gestión de Procesos (5° edición), Evolución S.A., 2008

procesos internos de entidades organizacionales, con base en un marco de referencia de parámetros descriptivos, su representación y valoración a través de formatos de tipo tabular y matricial.

### **2.1.2. Propósito de un mapeo**

El propósito de MAPEO se enfoca a la identificación de los parámetros con los que se deben formular el perfil de estructura y procesos internos, para que una entidad organizacional tenga éxito en el cumplimiento de sus objetivos, metas y expectativas de utilidad proyectadas, así como en la cobertura de sus funciones y compromisos.

### **2.1.3. Pasos para realizar un mapeo**

1. Identificar el proceso "Clave" y asignarle un nombre. (Aquel que resulte más conocido para los participantes)
2. Identificar las funciones más importantes involucradas en el proceso mediante una lista al costado izquierdo del mapa.
3. Identificar el punto de partida representándolo en el lado superior izquierdo. Moviéndose hacia abajo y a la derecha ingresar las actividades asociadas con cada participante. Evitar los detalles.
4. Conectar las actividades mediante una flecha desde el proveedor hasta su cliente más inmediato.
5. Identificar las mediciones que existan para cada salida una vez que haya terminado el Mapeo.<sup>8</sup>

### **2.1.4. Ventajas de un mapeo**

El Mapeo de los Procesos permite obtener:

---

<sup>8</sup> Manuel Castillo Palomino, Modelo de sistema de gestión por procesos en entidades del estado, UNMSM, Pregrado, 2003

- Un medio para que los Equipos examinen los Procesos Interfuncionales
- Un enfoque sobre las conexiones y relaciones entre las unidades de trabajo.
- Un panorama de todos los pases, actividades, tareas, pasos y medidas de un proceso.
- La comprensión de cómo varias actividades están interconectadas y donde podrían estar fallando las conexiones o actividades.

#### **2.1.5. Mejora de procesos**

La mejora de los procesos, significa optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de nuevos y futuros clientes. La mejora de procesos es un reto para toda empresa de estructura tradicional y para sistemas jerárquicos convencionales.<sup>9</sup>

El trabajo que se desarrolla, debe ser entendido como una serie de procesos que deben ser mejorados constantemente sobre la base de:

- Comportamiento de equipo.
- Compromiso de mejora constante.
- Establecimiento de objetivos locales.
- Establecimiento de mecanismos de medición.
- Verificación de resultados.
- Aplicación de medidas correctivas o preventivas, de acuerdo a los resultados obtenidos, etc.

#### **2.1.6. Elementos de una mejora de procesos**

Para mejorar los procesos, debemos de considerar:

---

<sup>9</sup> Arturo Ruiz-Falcó Rojas, Introducción a 6 Sigma, Universidad Pontificia Comillas, 2009

- Análisis de los flujos de trabajo.
- Fijar objetivos de satisfacción del cliente, para conducir la ejecución de los procesos.
- Desarrollar las actividades de mejora entre los protagonistas del proceso.
- Responsabilidad e involucramiento de los actores del proceso.

## 2.2. Simulación

Simulación es una palabra que es familiar a los profesionales de todas las disciplinas e incluso para aquéllos que no han estudiado una carrera profesional. De esta manera el significado de la palabra Simulación se explica casi por sí misma. Entre los significados que podemos obtener de la gente común y corriente para la palabra "Simular", se encuentran los siguientes: "Imitar la realidad", "emular un sistema", "dar la apariencia o efecto de un sistema o situación real". Hay muchas definiciones propuestas sobre lo que significa Simulación, he aquí algunas definiciones:

"Una simulación es una imitación de la operación de un proceso del mundo real sobre determinado tiempo"

"El comportamiento de un sistema durante determinado tiempo puede ser estudiado por medio de un modelo de simulación. Este modelo usualmente toma su forma a partir de un conjunto de postulados sobre la operación del sistema real".

En la primera definición, está implícito un sistema, mismo que contiene un proceso (posiblemente formado por subprocesos). De esta manera se trata de un sistema el cual cambia con el tiempo. Nótese que en esta definición no se señala si las relaciones de las variables del sistema son discretas o continuas, esto depende del modelo que representará al sistema real. Esta división no existe siempre en la realidad, hemos sido los seres humanos quienes lo hemos dividido (para facilitar su estudio) en discreto y continuo. Esto pasa con todas las cosas de la naturaleza; está es única, sin embargo, el hombre se ha encargado en dividirla en física, biología, matemáticas, etc. No importa como dividamos a la naturaleza esta seguirá siendo única y probablemente indivisible.<sup>10</sup>

Un modelo es una representación de un objeto de interés. No obstante que el objeto sea único, el número de representaciones es por lo general muy grande, de modo que

---

<sup>10</sup> Wilfredo Guaita, Desarrollo de un Modelo de Simulación para Ensayar Políticas Operacionales en Cadenas de Suministros de PYMES Transformadoras, Universidad Politécnica de Madrid, Postgrado, 2008

el número de modelos de un sistema del mundo real lo es también. Puesto que para un sistema del mundo real habrá tantas representaciones como concepciones de la realidad se tengan, el número de modelos es por lo general infinito. El hecho de que se tenga más de un modelo de simulación para un sistema real, no nos debe preocupar demasiado, encontrar un modelo de simulación casi siempre es fácil, mientras que encontrar un modelo analítico con frecuencia es una tarea ardua, independientemente que, para muchos problemas, un modelo analítico, simplemente no existe.

Obsérvese que en la segunda definición también se hace hincapié de un modelo, dejando entrever la posibilidad de diferentes modelos, lo cual resulta totalmente natural, dada la multiplicidad de modelos para un mismo objeto del mundo real. Nótese también que se propone un objetivo de la simulación: "estudiar sistemas reales a través de modelo". Podríamos agregar aún más que el propósito de estudiar a los sistemas reales es comprender la interacción de los procesos que intervienen en el, con el propósito de modificarlos para obtener un beneficio determinado. En esta definición está implícito que:

- 1) Un modelo de simulación representa un conjunto de suposiciones (o postulados) sobre la operación de un sistema real.
- 2) Los postulados de un modelo de simulación se pueden expresar como relaciones entre entidades u objetos de interés del sistema en forma de expresiones matemáticas, lo que llevaría a un modelo analítico.

Afortunadamente, es posible reemplazar esas expresiones matemáticas y el cálculo de los valores de las variables de interés, a través de funciones de distribución de probabilidad. Para los problemas de líneas de espera, existen modelos analíticos que pretenden representar los resultados promedio de la utilización de dichas funciones de distribución de probabilidad. Los Modelos de Markov también apuntan en esa dirección. Los Modelos de simulación de eventos discretos (o simulación tipo Montecarlo), por el contrario, utilizan estas funciones de distribución con el propósito de realizar una experimentación cuyos resultados llevarán, después de un número

conveniente de ensayos a lo que se obtendría en el sistema real. Estos modelos de simulación tienen la ventaja que se pueden para muchos tipos de problemas y no sólo para aquéllos de líneas de espera. Existen además modelos del área de teoría de Control que incorporan funciones de distribución de probabilidad y lo que se conoce como estabilidad de sistemas, referidos recientemente como Teoría de Caos que se pueden también usar para una gran variedad de problemas. Los modelos de estabilidad empleados así son por lo regular difíciles de construir y validar. Por otra parte también existen modelos de optimización que utilizan funciones de distribución y permiten estudiar sistemas del mundo real de alguna manera; ejemplos de ellos son los modelos de redes neuronales y algoritmos genéticos. Otras técnicas empleadas son Redes de Petri y Modelos de Regresión.

En este curso solamente estudiaremos modelos de líneas de espera y de Markov y, modelos de Simulación de eventos discretos tipo Montecarlo. En lo que sigue usaremos el término "Simulación", para referirnos a "Simulación de Eventos Discretos". En este curso usaremos el Término "Simulación", para referirnos a la Simulación de Eventos Discretos tipo Montecarlo.<sup>11</sup>

### **2.2.1. Etapas de la simulación**

#### **I. Formulación del problema**

En esta fase se define el problema a resolver y los objetivos que se pretenden alcanzar, mostrando las herramientas para hacer uso y mejoramiento de los esfuerzos de los investigadores, divididos en dos aspectos:

- **Período de orientación**

El equipo de Investigación de Operaciones ajeno a la empresa tiene la oportunidad de valorar al problema y a la organización. Los

---

<sup>11</sup> Aldo Fábregas Ariza - Rodrigo Wadnibar Rojas - Carlos Paternina Arboleda - Alfonso Mancilla Herrera, Simulación de Sistemas Productivos con Arena, Ediciones Uninorte, 2003

promotores que son los críticos científicos y los que ayudan a la organización económicamente (fundaciones, gobierno,...) tienen también una oportunidad similar de tener un acercamiento a la empresa.

Así, al final del período de orientación puede especificarse bajo qué condiciones se realiza la investigación y puedan tomarse las medidas necesarias que satisfagan tales condiciones.

- Los componentes del problema

Para llegar a la formulación del problema debemos plantear, ¿en qué consiste el problema?, o ¿cuáles son sus componentes? Para lo cual tomaremos en cuenta lo siguiente:

- a. La evidencia de que alguien o algún grupo tiene un problema.
- b. Los objetivos que persigue quien toma las decisiones.
- c. El sistema o ambiente.
- d. Los cursos de acción alternativos.

## II. Construcción del modelo matemático que representa al sistema en estudio

La representación de algún objeto que está sujeto a estudio (acontecimientos, procesos, sistemas) es llamado Modelo Científico, que tiende a ser de carácter explicativo y es utilizado con fines de predicción y control.

La primera fase de la construcción del modelo donde son expuestas las medidas alternativas a evaluar y la definición de la medida de rendimiento, luego entonces el rendimiento del sistema estará en función de los valores de las variables.

Estas variables pueden cambiarse por las decisiones de los directivos; pero otras no. O sea, las primeras serán variables controlables y la siguientes, no controlables.

Los valores de las variables controlables se utilizan para definir los cursos de acción posible.



### III. Comprobación del modelo y de la solución

El modelo debe probar su validez, antes de ser implantado, observando si los resultados predicen o no, con cierta aproximación o exactitud, los efectos en relación a las diferentes alternativas de solución.

Si los resultados del modelo, se alejan bastante de los resultados reales del sistema, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Determinar si el modelo señala el rendimiento del sistema según una o más variables que afectan a dicho rendimiento.
- Corroborar si el modelo no ha omitido alguna variable que tenga efecto importante en el rendimiento del sistema.
- Comprobar si el modelo expresa realmente la relación real existente entre la medida de rendimiento y las variables
- Verificar si los parámetros incluidos en el modelo no estén siendo evaluados adecuadamente.

### IV. Establecimiento de los controles y aplicación de la solución

Los sistemas no suelen ser estables y su estructura está sujeta a cambios, que pueden ser cambios entre las variables que definen al propio sistema, o pueden ser cambios entre los valores de las variables del sistema.

El objetivo del establecimiento de controles, es para que no se pierda la efectividad del modelo matemático debido a cambios en los parámetros y la eficacia de la solución puede verse disminuida en consecuencia a:

- cambio de los valores
- cambio de la relación entre ellos
- cambio en ambos factores.

En consecuencia, un parámetro que no era significativo puede llegar a serlo o puede dejar de serlo, o tal vez, cambiar su grado de importancia.

La simulación se ha vuelto indispensable para muchas empresas pues la utilizan para modelar situaciones de la vida real por medio de un programa de computadora, lo que requiere ser estudiado para ver cómo es que trabaja el sistema. Ya sea por cambio de variables, quizás predicciones hechas acerca del comportamiento del sistema. Por lo tanto, existen diversos programas de simulación que podrían encajar perfectamente en la solución de la presente tesina; dentro de ellos tenemos los más resaltantes:

### **2.2.2. Arena Simulation**

Arena es un modelo de simulación por computadora que nos ofrece un mejor entendimiento y las cualidades del sistema, ya que además de representar el sistema efectúa automáticamente diferentes análisis del comportamiento.

Arena facilita la disponibilidad del software el cual está formado por módulos de lenguaje (Lenguaje de simulación).

Este programa combina las ventajas de los simuladores de alto nivel con la flexibilidad de lenguajes generales como Microsoft, Visual Basic.

Arena también incluye animaciones dinámicas en el mismo ambiente del trabajo y prevé apoyo integrado, incluyendo gráficas para los diseños estadísticos y analiza aspectos que son parte del estudio.<sup>12</sup>

#### **2.2.2.1. Aplicaciones**

Sus aplicaciones se centran en el análisis de procesos de gestión administrativa y servicios en Seguros, Banca o Finanzas, o flujos y procesos de fabricación no intensivos en manejo de materiales. Abarcan campos diversos, destacando el análisis de sistemas de producción y logística industrial, distribución, nodos de transporte y almacenaje, servicios, así como logística integral y el análisis de toda la cadena de suministro.

---

<sup>12</sup> W. David Kelton - Randall P. Sadowski - David T. Sturrock, Simulación con software Arena (4° edición), Mc Graw Hill, 2008

Está especialmente indicado en el análisis de líneas de fabricación y envasado/empaquetado de grandes velocidades de producción, que son fundamentales en industrias de alimentación y bebidas, industria farmacéutica, química y cosméticos, e industria electrónica.

Permite evaluar el ROI asociado a la implantación de nueva tecnología y equipos de proceso, validar el diseño de líneas, evaluar mejoras en líneas existentes.

#### **2.2.2.2. Elementos de un modelo de arena**

Entidades. La mayoría de las simulaciones incluyen "entidades" que se mueven a través del modelo, cambian de estado, afectan y son afectadas por otras entidades y por el estado del sistema, y afectan a las medidas de eficiencia. Son los elementos dinámicos del modelo, habitualmente se crean, se mueven por el modelo durante un tiempo y finalmente abandonan el modelo. En un proceso sencillo de fabricación, como el que analizamos en el primer ejemplo, las entidades serán las piezas que son creadas, pasan a la cola si la máquina que debe procesarlas está ocupada, entran en la máquina cuando ésta queda libre, y abandonan el sistema cuando salen de la máquina.

Atributos. Para individualizar cada entidad, se le pueden unir distintos "atributos".

Un atributo es una característica de todas las entidades, pero con un valor específico que puede diferir de una entidad a otra. Por ejemplo, en el primer ejemplo, nuestras entidades (piezas), podrían tener unos atributos denominados

Hora de Llegada, Fecha de Entrega, Prioridad y Color para indicar esas características para cada entidad individual. Arena hace un seguimiento de algunos atributos de manera automática, pero será necesario definir, asignar valores, cambiar y usar atributos específicos, en cada sistema que se desee simular.

Variables (Globales). Una variable es un fragmento de información que refleja alguna característica del sistema, independientemente de las entidades que se muevan por el modelo. Se pueden tener muy diferentes variables en un modelo, pero cada una es única. Existen dos tipos de variables: las variables prefijadas de Arena (número de unidades en una cola, número de unidades ocupadas de un recurso, tiempo de simulación, etc.) y las variables definibles por el usuario (Número de unidades en el sistema, turno de trabajo, etc.) Contrariamente a los atributos, las variables no están unidas a ninguna entidad en particular, sino que pertenecen al sistema en su conjunto.

Recursos. Las entidades compiten por ser servidas por recursos que representan cosas como personal, equipo, espacio en un almacén de tamaño limitado, etc. Una o varias unidades de un recurso libre son asignadas a una entidad, y son liberadas cuando terminan su trabajo. Una entidad podría recibir simultáneamente servicio de varios recursos (por ejemplo una máquina y un operario)

Colas. Cuando una entidad no puede continuar su movimiento a través del modelo, a menudo porque necesita un recurso que está ocupado, necesita un espacio donde esperar que le recurso quede libre, ésta es la función de las colas. En Arena, cada cola tendrá un nombre y podría tener una capacidad para representar, por ejemplo, un espacio limitado de almacenamiento.

Acumuladores de estadísticas. Para obtener las medidas de eficiencia finales, podría ser conveniente hacer un seguimiento de algunas variables intermedias en las que se calculan estadísticas, por ejemplo: el número total de piezas producidas, el tiempo total consumido en la cola, el número de unidades que han pasado por la cola (necesitaremos este valor para calcular el tiempo medio en cola), el mayor tiempo invertido en la cola por una entidad, el tiempo total en el sistema (en cola más procesado), el mayor tiempo consumido en el sistema por una entidad, etc.

Todos estos acumuladores deberían ser inicializados a 0, y cuando sucede algún hecho en el sistema, se tendrán que actualizar los acumuladores afectados.

Eventos. Un evento es algo que sucede en un instante determinado de tiempo en la simulación, que podría hacer cambiar los atributos, variables, o acumuladores de estadísticas. En nuestro ejemplo sencillo, sólo hay tres tipos de eventos: Llegada de una nueva pieza al sistema, Salida de una pieza del sistema cuando finaliza el tiempo de procesado en la máquina, y Final de la simulación, cuando se cumple el tiempo previsto.

Reloj de la Simulación. El valor del tiempo transcurrido, se almacena en una variable denominada Reloj de Simulación. Este reloj irá avanzando de evento en evento, ya que al no cambiar nada entre eventos, no es necesario gastar tiempo llegando de uno a otro.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Arena Simulation, Manual aprendiendo a trabajar con arena, 12/10/15

### **2.2.3. Promodel**

Herramienta de simulación que funciona en computadoras personales en un ambiente Windows. Mediante una combinación ideal de facilidad de uso, flexibilidad y potencia, permite diseñar y analizar sistemas de producción y servicios de todo tipo y tamaño y modelar prácticamente toda situación, en forma casi real, mediante sus capacidades gráficas y de animación.

Promodel fue concebido como una herramienta para ingenieros y gerentes que desean lograr reducciones de costos, mejoras en la productividad e incrementar las ventajas estratégicas en la producción de bienes y servicios. En resumen, con la simulación se tiene la habilidad para determinar el uso de los recursos disponibles – personal, equipo e instalaciones – más eficiente y productivamente.

#### **2.2.3.1. Aplicaciones**

Como un simulador de eventos discretos, Promodel está concebido para modelar sistemas de manufactura discreta (unidad por unidad), sin embargo, muchos sistemas de manufactura continua pueden ser modelados convirtiendo unidades a granel en unidades discretas tales como galones o barriles. Adicionalmente se puede adaptar fácilmente para modelar sistemas de servicios de salud (Centros de atención medica) o procesos financieros entre otros.

Algunas aplicaciones típicas de Promodel son las siguientes:

- Líneas de ensamble
- Sistemas de manufactura flexible
- Producción por lotes
- Justo a tiempo (JAT) y Sistemas de producción KANBAN.
- Sistemas de colas. (Para servicios o manufactura tales como líneas de empaque).
- Optimización de la distribución en planta y el manejo de materiales.

### **2.2.3.2. Elementos de un modelo de promodel**

Indicador. Indica cuando esa locación está ocupada o desocupada, funciona como un semáforo que cambia de color, dependiendo del estado de la locación.

Posicionador. Sirve para visualizar a las entidades cuando llegan a una determinada locación.

Tanque. Un medidor que nos indica, la utilización de una locación, parecido al medidor del tanque de gasolina de un auto.

Path. Especificamos el número de rutas por donde va a transitar el recurso; al dar clic en paths nos aparece la pantalla donde pondremos el origen y destino de las rutas si es bidireccional o no.

Interfaces. Se especifican las ligas entre nodos y locaciones.<sup>14</sup>

### **2.2.4. SIMUL8**

SIMUL8 es un producto de la Corporación SIMUL8 utilizada para los sistemas que implican el procesamiento de entidades discretas en tiempos discretos. Este programa es una herramienta para la planificación, diseño, optimización y reingeniería de la producción de bienes, la fabricación, los sistemas de provisión de logística o de servicios. SIMUL8 permite a sus usuarios crear un modelo informático, que tiene en cuenta las limitaciones de la vida real, capacidades, índices de fracaso, los patrones de cambio y otros factores que afectan el rendimiento total y la eficiencia de la producción.

---

<sup>14</sup> Promodel, Manual promodel, 20/10/15

A través de este modelo es posible probar escenarios reales en un entorno virtual, por ejemplo, simulan la función prevista y la carga del sistema, cambiar los parámetros que afectan el rendimiento del sistema, llevan a cabo las pruebas de carga extrema, verifican mediante experimentos las soluciones propuestas y seleccionan la solución óptima. Una característica común de los problemas resueltos en SIMUL8 es que tienen que ver con el costo, el tiempo y el inventario.

#### **2.2.4.1. Aplicaciones**

SIMUL8 se puede utilizar para modelar cualquier proceso en el que hay un flujo de trabajo, sin embargo, las principales áreas de la utilización aparecen en la fabricación, la atención de salud, centros de contacto y de la cadena de suministro.

SIMUL8 se puede utilizar para simular diferentes tipos de:

- Sistemas de fabricación, tales como modelos de la línea de montaje o modelos de flujo de material durante la producción
- Sistemas lógicos como modelo de la manipulación de material entre el almacenamiento, fabricación y expedición
- Flujos de trabajo administrativos, como modelo de las órdenes recibidas
- Sistemas de servicio al cliente o la prestación de servicios tales como el modelo de asistencia al cliente en los bancos o los modelos de centro de llamadas de asistencia al cliente

#### **2.2.4.2. Elementos de un modelo de simul8**

Entrada. Número de ítems que entran y que se pierden.



Cola. Número de ítems en cola, tiempo promedio en cola (se analizan dos casos: considerando todos los ítems y considerando sólo aquellos que hicieron cola), porcentaje de ítems que esperaron menos de cierta cantidad de minutos.

Servidor. Número de ítems que pasaron por el centro de servicio, número total de trabajos completados, porcentaje de tiempo que el servidor está esperando porque no hay trabajo (Awaiting Work), porcentaje del tiempo que el servidor está parado porque otro no le manda trabajo (Blocked) y porcentaje del tiempo que el work center está parado porque hay paros de algún tipo o por eficiencia (Stopped).

Salida. Trabajos completados, tiempo en el sistema.

Etiqueta. Es una característica que se le asigna a un ítem. Puede ser numérico o de texto y siempre debe ser adherido a éste.

Tienda de información. Permite crear variables y ver cómo cambia a través del tiempo.

Distribuciones. Simul8 permite trabajar con distribuciones estadísticas, tales como la Normal, Exponencial, etc., o diseñar una distribución propia, de modo que sea posible referirse a la misma distribución en varios lugares.

Programa de Sim	Definición	Aplicaciones	Elementos
Arena Simulation	Modelo de simulación por computadora que efectúa diferentes análisis de comportamiento e incluye animaciones dinámicas en el mismo ambiente del trabajo	Se centra en el análisis de procesos de gestión administrativa y servicios en seguros, banca o finanzas, o flujos y procesos de fabricación no intensivos en manejo de materiales	Entidades, atributos, hora de llegada, variables, recursos, colas, acumuladores de estadísticas, eventos y reloj de la simulación
Promodel	Herramienta de simulación que permite diseñar y modelar toda situación en forma casi real, mediante sus capacidades gráficas y de animación	Se centra en modelar sistemas de manufactura discreta y continua, sistemas de servicios de salud o procesos financieros	Indicador, posicionador, tanque, path e interfaces
SIMUL8	Herramienta para la planificación, diseño, optimización y reingeniería de la producción de bienes, fabricación, los sistemas de provisión de	Se centra en modelar procesos de fabricación, atención de salud, centros de contacto y de la cadena de suministro	Entrada, cola, servidor, salida, etiqueta, tienda de información, distribuciones

	logística o de servicios		
--	-----------------------------	--	--

*Tabla 2.1. Tabla de comparación entre programas de simulación*

De los programas de simulación presentados, se concluye que Arena, por sus elementos, la forma en la que se desarrollan los modelos en él y que son basados en distribuciones exponenciales, se amolda más a la aplicación que se le desea dar a las empresas de Salud Ocupacional; las cuales le dan mayor importancia al tiempo que les toma en atender a sus pacientes. Además, el reporte de tiempos por actividad con su respectivo histograma facilita el entendimiento de los resultados de la simulación.

### 2.3. Metodología seis sigma

El origen de esta metodología fue desarrollada en Motorola Inc., donde a mediados de 1986 se acuñó el término “Six Sigma” con las aportaciones del Dr. Mikel Harry, fundador del instituto de investigaciones Six Sigma en la Universidad Motorola, y más tarde la Six Sigma Academy con apoyo del Dr. Richard Schroeder, convirtiéndose así en los “gurus” de esta filosofía.

En aquel entonces Motorola se propuso de mejora continua que le permitió un rápido crecimiento en sus ventas y en la calidad de sus productos, que culminó con la obtención en 1988 del Premio Nacional a la Calidad Malcom Baldrige.<sup>15</sup>

En vista del éxito alcanzado Seis Sigma fue adoptada por grandes empresas como: Sony Corp., Texas Instruments, IBM, Asea Brown Boveri, Allied Signal, Kodak, Bombardier Aerospace, Raytheon, Lockheed Martin Corp., Honeywell, Whirlpool, Bayer, Johnson & Johnson, General Electric, Invensys & Polaroid, Rexam, Seagate Technology, Black & Decker, entre otras, que han implementado dicha metodología con grandes resultados. Recientemente Ford, Dupont, Dow Chemical, Microsoft y American Express han adoptado este método.<sup>16</sup>

En la actualidad, el empuje de dicho método ha sido desarrollado por la Sociedad Americana para la Calidad (ASQ) y la Six Sigma Academy, entre otras asociaciones y empresas.

Aunque Seis Sigma técnicamente consiste en hablar de una proporción de errores de 3,4 por millón, en la práctica el término se usa para denotar mucho más que un simple recuento de errores. Ello implica apropiarse de una cultura de calidad, en la cual estrategias, procesos, técnicas estadísticas y factor humano conforman un todo relacionado que permiten mejorar y hacer competitiva una empresa.

---

<sup>15</sup> Gestión de la calidad total con enfoque en la metodología seis sigma, Saúl Castillo Castillo, 2008

<sup>16</sup> Optimización del proceso de atención de los clientes del centro oftalmológico “Buena Visión”, de la ciudad de Cajamarca, José Carlos Vilchez Melgarejo, 2012

La aplicación de Seis Sigma, por tanto, conlleva una nueva filosofía de entender la empresa, pasar de un mero recuento de defectos a determinar los procesos que realmente aportan valor añadido al cliente.

Seis Sigma integra y define las fases donde aplican los métodos tradicionales de la calidad: métodos de resolución de problemas, las siete herramientas de la calidad, despliegue de la función de calidad (QFD), control estadístico de procesos, estudios de capacidad de procesos, métodos estadísticos más o menos complejos, diseño de experimentos (DDE), equipos de mejorar o círculos de calidad y la aplicación del ciclo de mejora continua. Seis Sigma interrelaciona dichos métodos y los aplica ya no solo a un área de la empresa (como tradicionalmente podía ser producción) sino a toda en su conjunto, priorizando las actuaciones sobre aquellos procesos clave que aporten valor añadido al cliente. Seis Sigma se basa en la teoría de las gráficas de control establecidas por W. Shewhart, en los años 30 y en los postulados de W. E. Deming, J. M. Juran y P. B. Crosby, entre otros.<sup>17</sup>

La calidad Seis Sigma es hacer las cosas perfectas y como las quiere el cliente, es darle la calidad que a él le interesa. Seis Sigma implica acordar con un cliente qué características de un producto o servicio son importantes para él y luego dárselas de un modo casi perfecto, libre de fallos. Por tanto, el soporte estadístico de esta metodología es propiamente un medio y no el fin. Se requiere que los procesos estén bajo control para que los productos alcancen la calidad deseada por tanto tener clientes satisfechos.

La iniciativa Seis Sigma tiene un objeto singular: la satisfacción total del cliente. Esto es, no solo cumplir con los requerimientos de los clientes, sino exceder sus expectativas: disponibilidad del producto a tiempo, soporte técnico, red de ventas y fiabilidad en la facturación, es decir la satisfacción del cliente en todas las interacciones que sostiene con la empresa.

---

<sup>17</sup> Aplicación de la metodología Seis Sigma en la mejora del desempeño de procesos en una planta de manufactura de Cables Telefónicos, Leandro Barahona Castillo, 2013

### 2.3.1. La métrica de seis sigma

El nivel sigma, es utilizado comúnmente como medida dentro de la metodología Seis Sigma, incluyendo los cambios o movimientos “típicos”  $\pm 1.5\sigma$  de la media. Las relaciones de los diferentes niveles de calidad sigma no son lineales, ya que para pasar de un nivel de calidad a otro, el porcentaje de mejora del nivel de calidad que se tiene que realizar no es el mismo; pues a un nivel mayor el porcentaje de mejora será más grande.<sup>18</sup>

Realizando un comparativo del nivel de calidad sigma de varias empresas se determinó que el promedio de estas se encuentra en el nivel  $4\sigma$ , Las empresas con nivel  $6\sigma$  son denominadas de “Clase Mundial” (World Class). El objetivo de la implementación Seis Sigma es precisamente convertirse en una empresa de Clase Mundial.

La distribución normal muestra los parámetros de los niveles tres sigma y seis sigma.

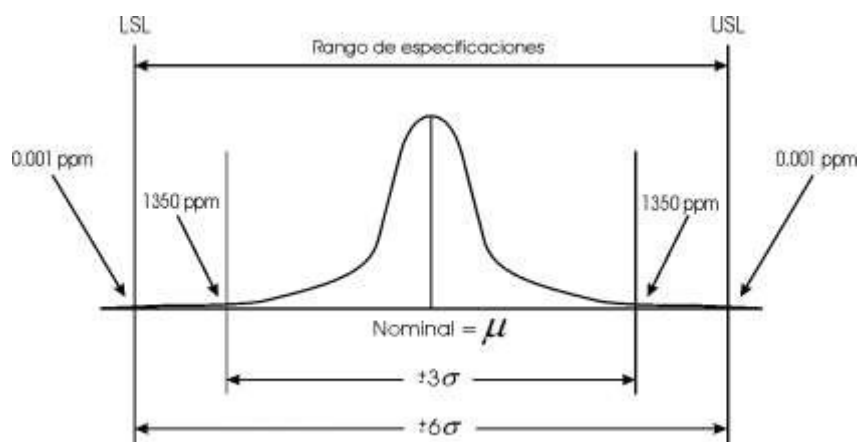


Gráfico 2.1. Número de partes por millón (ppm) fuera de los límites de especificación.<sup>19</sup>

<sup>18</sup> Arturo Ruiz-Falcó Rojas, Introducción a 6 Sigma, Universidad Pontificia Comillas, 2009

<sup>19</sup> Implementing Six Sigma, John Wiley & Sons Inc. pp. 9

Límite de especificación	Porcentaje	Defectos ppm
$\pm 1\sigma$	68.27	317,300
$\pm 2\sigma$	95.45	45,500
$\pm 3\sigma$	99.73	2,700
$\pm 4\sigma$	99.9937	63
$\pm 5\sigma$	99.999943	0.57
$\pm 6\sigma$	99.999998	0.002

*Tabla 2.2. Tabla de Defectos ppm según Nivel Sigma*

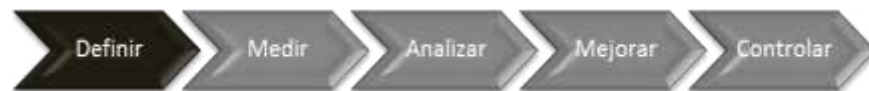
### 2.3.2. Las fases DMAMC de seis sigma

La metodología Seis Sigma es un método disciplinado de mejora de los procesos conformado por las fases siguientes: Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control (DMAMC), como se explican a continuación:



*Gráfico 2.2. Fases de la metodología Seis Sigma*

#### 2.3.2.1. Fase de definición



*Gráfico 2.3. Fase de “Definir” de la metodología Seis Sigma*

#### PROPÓSITO

Identificar el problema a resolver, estratificando tanto como sea posible, por ejemplo: reclamación de un cliente por falla, identificar la familia de productos por importancia mediante el uso del

diagrama de Pareto (ver diagrama Pareto fase de medición), después identificar el producto, la línea donde se hace, el equipo específico, etc. En este momento ya se puede definir el problema y la oportunidad de mejora. En esta fase, la primera de la metodología de Seis Sigma, se trata de detectar cual es el problema, definir los CTQ'S (Critico para la calidad) con base en la voz del cliente (VOC), el impacto que tiene para el negocio, la realización del proyecto, las metas que se pretenden lograr, el alcance y los ahorros financieros.

## ETAPAS DE LA FASE DE DEFINICIÓN

Las etapas de la fase de definición son las siguientes:

- Identificación de clientes internos y externos:

El primer paso en la definición de un proyecto es identificar cuáles son los clientes a los cuales el proceso impacta, se define como cliente interno a la persona o las personas siguientes en el proceso, esto es dentro de la compañía. Por ejemplo el cliente de almacén es producción ya que ellos se encargan de proveer las materias primas e insumos para que producción pueda realizar el proceso de transformación. Por otro lado, los clientes externos son todos aquellos a los que la empresa provee un producto o servicio.

- Determinar los CTQ'S del proyecto:

CTQ Critico para la calidad (Critical to quality), es un atributo o característica de calidad de un producto o servicio que es importante para el cliente.



Tanto en los CTQ, CTD (Critical to Delivery) y CTC (Critical to Cost,) el objetivo para la empresa es reducir los costos, aumentar la satisfacción del cliente y aumentar las utilidades.

Para determinar los CTQ, tenemos que conocer la voz del cliente interno o externo (VOC), o sea que es lo que espera nuestro cliente acerca del servicio o producto que le proporcionamos. Mediante la voz del cliente podemos saber cuál es el grado de satisfacción que este tiene.

Ejemplo de CTQ:

- ✓ Entregas a tiempo
- ✓ Mantenimiento
- ✓ Durabilidad
- ✓ Confiabilidad
- ✓ Seguridad

Para determinar los CTQ'S se pueden tomar como base los siguientes puntos:

- ✓ Metas del negocio
- ✓ Entrevistas
- ✓ Encuestas
- ✓ Quejas
- ✓ Matriz de Causa Efecto
- ✓ Tendencias del mercado futuras

- Selección del problema:

El problema se puede dar debido a: devoluciones, bajo nivel de servicio, entregas tardías, desperdicios, producto defectuoso, documentos inadecuados.

El problema se selecciona en base a las políticas de la organización, al grupo de trabajo, jefe inmediato y a los resultados de sus actividades diarias.

- Criterios para seleccionar el problema

- ✓ Seguridad
- ✓ Calidad
- ✓ Entrega
- ✓ Costo
- ✓ Nivel de servicio

- Razón de la Selección

Expresa los antecedentes, la importancia y la prioridad de los problemas. En este punto explicamos porqué se seleccionó el problema:

- ✓ Efecto económico, reclamo de mercado, rechazos, % de ventas pérdidas.
- ✓ Impacto para los procesos posteriores, monto de pérdida, incremento de tiempo de operación, paro de línea, etc.

Entre todos los integrantes del equipo pueden evaluar las razones arriba descritas mediante la matriz de evaluación y enfocarse en un solo tema.

- Impacto en el negocio:

En este punto se enuncia como impacta la mejora del proceso al negocio. Se mencionan cuáles serían las consecuencias en caso de no realizar el proyecto. Se debe conocer cuál ha sido la situación en el negocio debido al proceso actual, sobre que nos ha ocasionado: pérdida de clientes, incumplimiento en los niveles de servicio, Así como cuantificar (en porcentajes y en pérdidas de utilidades).

- Descripción del problema:

Se debe estratificar hasta definir el problema que tiene el proceso, el producto o el servicio de forma específica, indicando cualitativamente de ser posible en cifras, o porcentajes que demuestren la necesidad de modificar su estado actual. Es necesario expresar concretamente el grado del problema. (El tema no deberá ser demasiado amplio). Es mejor no usar la solución para nombrar un problema, sin antes realizar la búsqueda de la causa verdadera, se creará duda de si esa solución es la definitiva.

- Definición de los objetivos del proyecto

Para determinar los objetivos del proyecto nos cuestionamos ¿qué es lo que vamos a obtener con la realización del proyecto? Generalmente es mejorar e implementar el proceso para una fecha específica. Ej: Implementar el 100% de las mejoras de un proceso en la fecha propuesta, Incrementar el nivel de servicio en un 98%.

- Alcance del proyecto:

Sirve para delimitar el proceso. (Alcance del proyecto de Calidad).

- ✓ Punto de inicio: Identificar la actividad en donde empieza el proceso.
- ✓ Punto final: Identificar la actividad donde termina el proceso.
- ✓ Dentro del alcance: Actividades que se encuentran dentro del proceso.
- ✓ Fuera del alcance: Actividades que no están dentro del proceso.

- Ahorros

Identificar de dónde se van a obtener los ahorros financieros para el proyecto de Calidad. Cuáles son las fuentes o actividades de donde se van a estimar los ahorros.

Por ejemplo: Reducción de costos al mejorar la productividad de un proceso, reducción del tiempo de ciclo, reducción de desperdicios, reducción de reclamaciones de clientes, etc.

Cabe mencionar que no siempre hay ahorros, si el CTQ se deriva de una mejora de la competencia, se hará una inversión.

- Metas cualitativas

Si es el caso identificar las metas cualitativas. Por ejemplo: Incrementar los niveles de seguridad en las instalaciones. Mejorar la imagen del negocio, cumplimiento con lineamientos corporativos.

- Mapa del proceso

Realizar un mapeo del proceso de alto nivel, identificando cuales son los proveedores, entradas, proceso, salidas, clientes.



*Gráfico 2.4. Mapeo del proceso de alto nivel*

- Selección del equipo de trabajo.

- ✓ Seleccionar a las personas clave que intervienen o que están involucradas directamente y que reciben beneficios del proceso.
- ✓ Incluir nombre, posición roles y responsabilidades a desempeñar en el desarrollo del proyecto.
- ✓ Es necesario incluir además de los miembros del equipo, al Champion del proceso así como un Black Belt que apoye y asesore a los equipos de proyecto guiados por Green Belts.

- Recomendaciones:
  - ✓ Todos los miembros del equipo deben reconocer que la meta que persiguen como tal es importante para ellos y para la empresa.
  - ✓ Los miembros deben ser asignados a un grupo de acuerdo con sus habilidades y potencial.
  - ✓ Desarrollar un código de conducta, así como reglas para que éste se cumpla.
  - ✓ Se debe proporcionar retroalimentación y reconocimiento en forma oportuna.
  - ✓ La estructura de comunicación debe asegurar el flujo de información requerido para la toma de decisiones.

### 2.3.2.2. Fase de medición



*Gráfico 2.5. Fase de “Medir” de la metodología Seis Sigma*

### INTRODUCCIÓN

En la fase de definición se identificaron los CTQ’S del cliente, y se desarrolló un mapa de alto nivel para determinar los CTQ’S del proceso.

En todos los procesos existe variación, en esta fase el propósito es medir dicha variación, para saber si existen datos que se encuentren fuera de especificaciones, que estén causando problemas en nuestros procesos. Para realizar esta actividad es de suma importancia conocer: ¿qué es lo que necesitamos medir? y ¿cómo lo vamos a medir?

Dependiendo de las condiciones y necesidades que tengamos seleccionaremos una o más herramientas, cabe mencionar que no necesariamente se utilizan todas las herramientas, lo importante es seleccionar cuidadosamente aquellas que nos proporcionen la información más objetiva y precisa.

### PROPOSITO

- Conocer el uso de las herramientas de la fase de medición
- Determinar que mediciones son importantes para el proyecto
- Recolectar datos relevantes
- Convertir los datos en números para conocer su comportamientos
- Detectar cual es la frecuencia con la que ocurren los defectos

### ETAPAS DE LA FASE DE MEDICIÓN

Esta fase consta de las siguientes etapas:

- Seleccionar los CTQ'S del proceso (Crítico para la calidad)

Observemos la siguiente tabla:

$$Y = F(X)$$

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Y</li> <li>• Variable dependiente</li> <li>• Salida</li> <li>• Efecto</li> <li>• Sintoma</li> <li>• Monitoreable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>X_1, X_2, \dots, X_n</math></li> <li>• Variable independiente</li> <li>• Entrada-Proceso</li> <li>• Causa</li> <li>• Problema</li> <li>• Controlable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Z's</li> <li>• Variables de ruido</li> <li>• Incontrolables</li> </ul>
--	---	---

*Tabla 2.3. Variables dependiente, independiente y de ruido*

Para la selección de Y's podemos utilizar un diagrama de Pareto para priorizar y centrar nuestra atención en el(los) efecto(s) más importantes. La variable dependiente "Y" fue previamente determinada en la fase de definición.

La Y es la variable de respuesta y las X's son las variables de entrada, las Z's son las variables de ruido.

Los CTQ's del cliente (interno o externo) corresponden a la "Y", y los CTQ's del proceso corresponden a las "X's"

En esta etapa se tratarán de determinar las X's, ya que son las variables que podemos medir y controlar.

- Establecer y validar el plan de recolección de datos

Para realiza el plan de recolección de datos podemos ayudarnos del diagrama 5W/1H el cual consiste en contestar las siguientes preguntas:

What? ¿Qué?

Why? ¿Por qué?

Who? ¿Quién?  RECOLECCION DE DATOS

Where? ¿Dónde?

When? ¿Cuándo?

How? ¿Cómo?

El objetivo es recolectar datos confiables, que reflejen la realidad de lo que está sucediendo.

Es de suma importancia tener cuestionarios y/ o registros validados y confiables, debiendo ser lo suficientemente claros para la persona que los llena, es muy recomendable realizar un

instructivo y además deben de ser diseñados para que proporcionen la información necesaria para el análisis.

- **Seleccionar los CTQ'S:**

El equipo de trabajo realizó una tormenta de ideas, el cuestionamiento que se hizo es porqué las ventas están disminuyendo? (efecto) Una vez terminada esta actividad, el grupo seleccionó mediante consenso las causas que consideró más importantes, después utilizaron la técnica Why-Why-Why, para encontrar la causa raíz del problema. Mediante la eliminación de las otras causas se encontró que la causa principal es: el tiempo de respuesta que se le estaba dando al cliente.

Esto se confirmó ya que un miembro del equipo expuso que los clientes en ocasiones tardaban mucho tiempo en ser atendidos, existían muchas quejas y los clientes en ocasiones nunca más regresaban.

### 2.3.2.3. Fase de análisis



*Gráfico 2.6. Fase de “Analizar” de la metodología Seis Sigma*

## INTRODUCCIÓN

En esta fase se efectúa el análisis de los datos obtenidos en la etapa de Medición, con el propósito de conocer las relaciones causales o causas raíz del problema. La información de este análisis nos



proporcionará evidencias de las fuentes de variación y desempeño insatisfactorio, el cual es de gran utilidad para la mejora del proceso.

## PROPOSITO

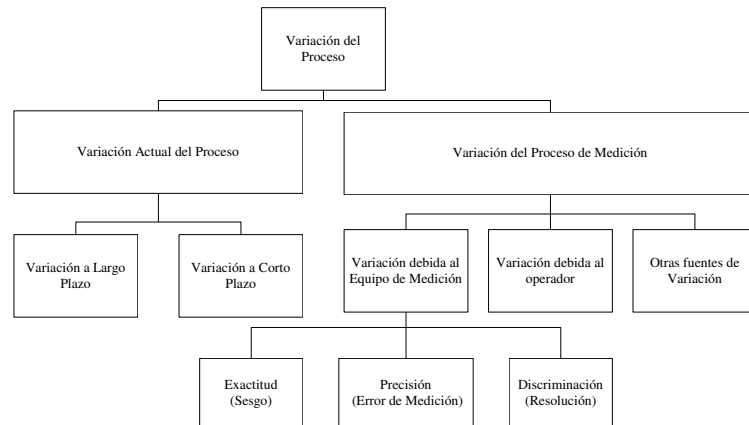
- Determinar el nivel de desempeño del proceso actual.
- Identificar cuáles son las fuentes de variación. Por ejemplo mediante el análisis Multi-Vari podemos determinar las fuentes que presentan mayor variación, a través de la descomposición de los componentes de variabilidad del proceso. las cuáles pueden ser, por ejemplo: de lote a lote, dentro del lote, de turno a turno, entre turnos, dentro del turno, de máquina a máquina, dentro de la máquina, de operador a operador, dentro del operador, entre operadores, etc.
- Una vez identificadas las causas potenciales por medio de una lluvia de ideas y un diagrama de causa efecto, se realiza un proceso de validación estadística de las mismas apoyándose en Análisis de regresión, Pruebas de Hipótesis y Análisis de varianza.

## ETAPAS DE LA FASE DE ANÁLISIS

La fase de análisis consta de las siguientes etapas:

- Determinar la capacidad del proceso  
La capacidad del proceso mide la habilidad del proceso para cumplir con los requerimientos. Compara la variación del proceso contra la variación permitida por el cliente.  
Utilizando la herramienta “mediciones para Seis Sigma” calculamos lo siguiente:

- ✓ DPU: es la relación de la cantidad de defectos, entre el número de unidades producidas.
  - ✓ DPO: es similar al DPU excepto porque considera el número total de oportunidades que existen para que un defecto ocurra.
  - ✓ DPMO (PPM) = es el producto de DPO X 1,000,000.
  - ✓ Sigma a corto plazo (ST): es el nivel de desviaciones estándar (sigma) en el cual se encuentra nuestro proceso.
  - ✓ Sigma a Largo plazo (LT): Es la sigma a corto plazo – 1.5, por el desplazamiento de la media a lo largo del tiempo.
- 
- Definir el objetivo de desempeño  
En esta etapa se define la meta hacia la cual nos dirigimos, o sea cuales son los niveles sigma esperados en nuestro proceso en el tiempo. Una opción es realizar un Benchmarking, el cual es el mecanismo para identificar quien tiene el mejor desempeño del proceso.
  
  - Identificar las fuentes de variación  
Cuando un proceso se encuentra fuera de las especificaciones permitidas, se tiene evidencia de que existe variación. Para comprobarlo utilizamos alguna de las herramientas de análisis como el análisis Multi-Vari es una herramienta estadística que nos permite determinar las fuentes de mayor variación.



*Gráfico 2.7. Posibles fuentes de variación del proceso*

#### 2.3.2.4. Fase de mejora



*Gráfico 2.8. Fase de “Mejorar” de la metodología Seis Sigma*

### INTRODUCCIÓN

En la fase de Análisis se identificaron las causas de variación. En esta fase se utilizará el diseño de experimentos (DOE), para seleccionar las causas que más afectan nuestro CTQ e investigar estas causas para conocer el comportamiento del proceso. El método de DOE consiste en realizar cambios en los niveles de operación de los factores (X's) para obtener los mejores resultados en la respuesta "Y". Esta información es de gran ayuda para la optimización y mejora de procesos.

### PROPOSITO

- Conocer el uso de las herramientas de mejora.

- Conducir el diseño de experimentos para la optimización de procesos.
- Obtener las mejoras del proceso en el proyecto.

## ETAPAS DE LA FASE DE MEJORA

Las etapas de la fase mejora son las siguientes:

- Mostrar las causas potenciales y caracterización de X's:

En la fase de análisis encontramos los pocos vitales X's, en esta fase vamos a determinar aquellos que específicamente afectan nuestro proceso. Esto se lleva a cabo a través de datos históricos, conocimiento y discusiones. En base a lo anterior también desechamos las variables que no son utilizadas. Una opción para realizar esta actividad es mediante el uso del diagrama de Ishikawa. Los pocos vitales son elementos críticos o factores, nombrados en tipo, clase, o en cantidad. Los cambios en los parámetros de operación referentes a las X's pueden ser puestos en múltiples niveles, para estudiar cómo afectan la respuesta en el proceso "Y". El Diseño de Experimentos es un método para probar la significancia, o sea que tanto afectan cada uno de los factores a la variable de respuesta y para determinar la interacción entre dichos factores.

- Descubrir las relaciones entre variables y proponer una solución

Una vez determinados los factores con mayor significancia, o sea aquellos que afectan más al proceso, estamos interesados en proponer los niveles óptimos para cada factor.

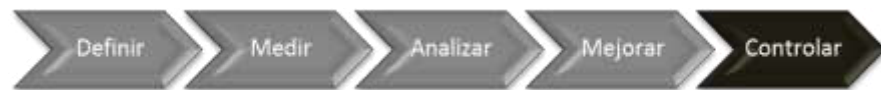
Para poder hacerlo generamos la función de transferencia, mediante análisis de regresión, simple o múltiple. Al realizarlo

tendremos una solución que nos permitirá alcanzar el objetivo que es la optimización del proceso.

Para conducir un diseño de experimentos debemos tomar en cuenta los puntos siguientes:

- ✓ Contar con el presupuesto para la experimentación.
- ✓ Disponibilidad de personal.
- ✓ Disponibilidad del tiempo para las pruebas.
- ✓ Otros recursos

#### 2.3.2.5. Fase de control



*Gráfico 2.9. Fase de “Controlar” de la metodología Seis Sigma*

#### INTRODUCCIÓN

Una vez implementadas las mejoras en nuestro proceso, el último paso es asegurar que las implementaciones se mantengan y estén siendo actualizadas a través del tiempo.

Los proyectos Six-Sigma se van actualizando constantemente. En la siguiente gráfica observamos que la metodología es cíclica, también se puede regresar de una fase a otra, en caso de no haber obtenido la información necesaria, pero lo que no está permitido es saltar fases.

#### PROPOSITO

- Uso de las herramientas de control.
- Verificar que las implementaciones se sigan y estén bajo control.

- Identificar las actividades o procesos que están fuera de control para corregirlos inmediatamente.
- Que las mejoras sean implementadas consistentemente para tener un adecuado control.

## ETAPAS DE LA FASE DE CONTROL

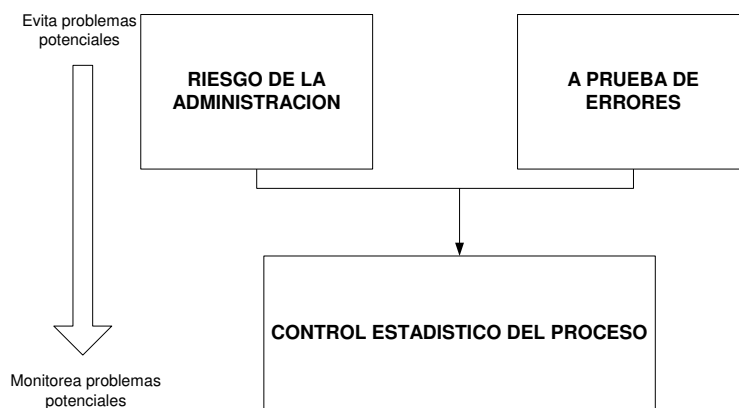
Las etapas de esta fase son las siguientes:

- Validar el sistema de medición.  
En la Fase de Medición validamos el sistema de medición para las Y's, en este punto se utiliza la misma metodología, con la diferencia de que ahora mediremos las X's del proceso, el plan será validado para las X's.
- Determinar la capacidad del proceso  
Una vez implementadas las mejoras se vuelve a calcular los niveles sigma del proceso, para saber en qué nivel nos encontramos actualmente.
- Implementar el sistema de control  
Los procesos tienden a degradarse con el tiempo, por lo que es de gran importancia la implementación de un plan de control para cada X's, para establecer el producto es necesario tener procesos y procedimientos documentados y entrenar al personal que llevará a cabo esta actividad.<sup>20</sup>

Observemos en la gráfica los elementos para un adecuado plan de control:

---

<sup>20</sup> Fermín Gómez Fraile - José Francisco Vilar Barrio - Miguel Tejero Monzón, Seis Sigma (2ª edición), FC Editorial, (2003), Madrid.



*Gráfico 2.10. Elementos de un plan de control*

## **2.4. Metodología Lean Manufacturing**

Es un concepto que se vale de un conjunto de métodos, herramientas y técnicas que están apuntados principalmente a la adaptación de los procesos productivos a los cambios de la demanda con el objeto de reducir los tiempos de respuesta al máximo y, de esta manera, brindar una mejor atención y servicio al cliente, mejorar la calidad y reducir costos. Este concepto tiene una premisa que consiste en “EVITAR LOS DESPERDICIOS”.

La metodología LEAN tiene origen en el Sistema de Producción Toyota (TPS) y se remonta a los años 40, cuando la compañía de automoción japonesa se planteaba cambios de los sistemas de producción derivados de la necesidad de atender mercados más pequeños con una mayor variedad de vehículos lo que requería una mayor flexibilidad en la producción.

Taichii Ohno, quien es considerado el padre del TPS (Toyota Production System), definió a la manufactura esbelta de la siguiente manera:

“Es el sistema de fabricación desarrollado por Toyota que busca la optimización a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de pérdidas y persigue incorporar la calidad en el proceso de fabricación, reconociendo al mismo tiempo el principio de la reducción de costos.”<sup>21</sup>

### **2.4.1. Principios de Lean Manufacturing**

El concepto de Lean Manufacturing tiene como principios fundamentales los que se enumeran a continuación:

- Calidad: Búsqueda de cero defectos, y detección y solución de los problemas en su origen.
- Minimización de los desperdicios (waste)

---

<sup>21</sup> Manuel Rajadell - José Luis Sánchez, Lean Manufacturing "La evidencia de una necesidad", Ediciones Díaz de Santos, 2010



- Sobreproducción: producir más de lo que el cliente demanda o hacerlo antes de tiempo. Ocupa trabajo y recursos valiosos que se podrían utilizar en responder a la demanda del cliente.
- Retraso: por falta de planificación, de comunicación o por tardanza en el suministro de materiales, herramientas e información.
- Transporte: los materiales se deberían entregar y almacenar en el punto de fabricación, para evitar traslados innecesarios.
- Inventarios: se deben reducir al mínimo ya que suponen un coste financiero y de almacenamiento.
- Procesos: se deben dedicar más esfuerzos de los necesarios en revisiones y actualizaciones; la calidad se debe insertar en todas las fases del proceso de forma que cada una de ellas sea correcta desde el principio.
- Defectos: multiplican los costos y el tiempo de trabajo y consumen una parte importante de los recursos para su solución.
- Desplazamientos: los empleados deben tener a su disposición todas las herramientas y recursos necesarios para disminuir los desplazamientos, reduciendo así el tiempo improductivo.
- Mejora continua: Reducción de costos, mejora de la calidad, aumento de la productividad y acceso a la información.
- Procesos "pull": Los productos son “tirados” por el cliente y no “empujados” por la producción.
- Flexibilidad: consiste en poder producir gran variedad de productos sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.
- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costos y la información.

#### **2.4.2. Herramientas, métodos y técnicas**

- Metodo de las 5s. Clasificación (Seiri), Orden (Seiton), Limpieza (Seiso), Estandarización (Seiketsu) y Disciplina (Shitsuke).
- Just in Time. Producir un artículo en el momento en que es requerido (demandado por el cliente o por la siguiente etapa del proceso) con lo que se evitan stocks.
- Sistema Pull. Consiste en producir sólo lo necesario, tomando el material requerido de la operación anterior. Su meta óptima es mover el material entre operaciones de uno en uno.
- Células de producción. Agrupación de una serie de recursos con el objeto de integrar un flujo de producción completo.
- Control visual. Estándar representado mediante un ejemplo gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver.
- Kanban. Es un término que es utilizado en el mundo de la fabricación para identificar unas tarjetas que van unidas a los productos intermedios o finales de una línea de producción.
- Mantenimiento Productivo Total (TPM). Se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo.
- Productividad Total Efectiva de los Equipos (PTEE). Es una medida de la productividad real de los equipos que se obtiene multiplicando el aprovechamiento del equipo y la efectividad global del mismo.
- Producción Nivelada (Heijunka). Es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante.
- Verificación de proceso (Jidoka). Verificación de calidad integrada en el proceso. La filosofía Jidoka establece los parámetros óptimos de calidad en el proceso de producción.

- Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke). Cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y los corrija a tiempo.
- Indicadores Visuales (Andon). Es un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero que indican las condiciones de trabajo en la propia planta de producción dentro del área de trabajo.
- Cambio rápido de modelo (SMED). Son teorías y técnicas para realizar las operaciones de cambio de modelo en menos de diez minutos.<sup>22</sup>

### **2.4.3. Etapas de la metodología Lean**

#### **2.4.3.1. Fase de Diagnóstico**

En esta fase se realiza una valoración del estado actual teniendo siempre en cuenta que se debe definir el valor desde el punto de vista del cliente.

Se identificará la corriente del valor dentro del proceso y se distinguirán los problemas o pérdidas que existen, analizando sus causas raíces.

#### **2.4.3.2. Fase de determinación del estado futuro**

Partiendo de las causas raíces identificada, se definirán las palancas (acciones que permitirán avanzar hacia la eliminación de pérdidas y hacia la mejora), indicándose las personas responsables de la implantación de las mismas y los plazos, así como los indicadores de desempeño a medir y los objetivos a alcanzar.

#### **2.4.3.3. Fase piloto**

En esta fase se desarrolla la implantación de las acciones definidas en la fase anterior buscando siempre, como objetivo último y

---

<sup>22</sup> John W. Davis, Lean Manufacturing, Industrial Press New York, 2009

global, que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.

Durante esta fase será preciso ir realizando el seguimiento de los indicadores y establecer acciones de mejora en el caso de que no se alcancen los objetivos previstos.

#### **2.4.3.4. Fase de mejora continua:**

Una vez que una organización consigue dar los pasos iniciales, se vuelve claro para todas las personas involucradas en el proyecto que siempre es posible añadir eficiencia, por lo que el proceso Lean no termina en la fase piloto sino que se analizarán y aplicarán, de forma continua, todas las sugerencias de mejora que se vayan aportando en las reuniones periódicas que seguirá manteniendo el equipo Lean.

Es decir, la metodología Lean no debe utilizarse puntualmente en una organización y luego abandonarse, sino que debe aplicarse de forma continua en el tiempo.

Estas etapas se aplican tanto en el área de gestión como en el área de planificación y ejecución de una empresa.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Manuel Rajadell - José Luis Sánchez, Lean Manufacturing "La evidencia de una necesidad", Ediciones Díaz de Santos, 2010

## **2.5. Metodología Kaizen**

En términos sencillos, significa en japonés "un cambio para mejor", que se traduce en "mejora continua". La metodología Kaizen se remonta a la década de 1980; fue adoptada primero en el oeste con la afluencia de los fabricantes de automóviles japoneses.

Dicha metodología se consagró en texto escrito con el libro de Masaaki Imai “Kaizen: The key to Japan's competitive success” (1996). Este libro demostró lo que es la lógica fundamental de Kaizen.

Además, utiliza la lógica japonés de traer mejoras internamente desde dentro del espacio de trabajo; esto va contra la ética europea del uso de fuentes externas tales como consultores para mejorar los procesos.<sup>24</sup>

### **2.5.1. Beneficios de Kaizen**

- Los problemas son identificados desde su origen y han sido resueltos.
- Las pequeñas mejoras que se realizan se pueden sumar a importantes beneficios para el negocio.
- Mejoras, que conducen a cambios en el negocio: calidad, costo y entrega de productos, es decir un mayor nivel de atención al cliente y de la satisfacción y crecimiento del negocio.
- Al involucrar a los empleados mirando a su entorno para lograr un cambio, resultados en la mejora moral como empiezan a encontrar trabajo más fácil y agradable.

### **2.5.2. Pasos de la metodología Kaizen**

Este es el medio por el cual los empleados nos involucramos con la metodología Kaizen. Los indicadores siguientes orientan a cualquier persona que busque implementar dicha metodología:

---

<sup>24</sup> Isao Kato - Art Smalley, Toyota Kaizen Methods, CRC Press, 2011

- Decidir la sección de la empresa, sobre la cual se implementará Kaizen.
- Decidir un líder para cada equipo formado - asegurar que esta persona posea todo el entrenamiento necesario.
- Reunir el equipo y explicar la teoría detrás de Kaizen, permitir que el equipo discuta los problemas del trabajo.
- Obtener el equipo para discutir temas que se desean abordar, recordar que no debe ser un solo problema en el enfocarse, pues es recomendable analizar cada pequeño problema de la empresa.
- Permitir que el equipo decida qué problemas serán abordados, el cual conoce mejor su entorno.
- Permitir que el equipo decida cuáles son las principales causas de preocupación con respecto a los problemas.
- Permitir que el equipo decida cómo se medirán los problemas - ¿cómo ha decidido el tema actual? ¿Y cómo monitoreará la situación actual?
- Reunir información sobre el tema a resolver.
- El equipo debe analizar los méritos de diferentes soluciones, para que luego decida sobre la terminación de destino y fechas de aplicación.
- Permitir que el equipo decida cómo lograr el cambio en el lugar de trabajo - va a ser comunicada visualmente? ¿Comunicado verbalmente?
- Finalmente, permitir que el equipo decida cómo se controlan los cambios para determinar cuán exitosas han sido.<sup>25</sup>

Metodología	Definición	Principio	Fase	Detalle
Seis Sigma	Relación de una cultura de calidad en base a Estrategias, procesos, técnicas	Proporción de 3.4 errores por un millón.	Definición	Identificar el problema a resolver
			Medición	Identificar las variables críticas para la calidad

<sup>25</sup> Mark R. Hamel, Kaizen Event Fieldbook, Society of Manufacturing Engineers, 2010

	estadísticas y factor humano.		Análisis	Conocer las causas raíz del problema
			Mejora	Utilizar el diseño de experimentos
			Control	Asegurar las implementaciones
Lean Manufacturing	Conjunto de métodos, herramientas y técnicas que se adapta a los procesos de la demanda.	Calidad, sobreproducción, inventario, transporte	Diagnóstico	Valoración del estado actual
			Determinación del estado futuro	Definición de las acciones que permitirán la mejora
			Piloto	Desarrollo de la implantación
			Mejora continua	Añadir eficiencia con sugerencia de mejora
Kaizen	Se traduce en mejora continua.	Va contra la ética europea y usa fuentes externas como consultores	Decidir la sección de la empresa	Decidir un líder para cada equipo
			Reunir el equipo y explicar la teoría	Discutir los temas que se desean abordar

			Decidir los problemas y sus causas	Decidir las mediciones de los problemas
			Reunir información sobre el tema	Analizar los méritos de diferentes soluciones
			Decidir cómo lograr el cambio	Decidir cómo controlar los cambios

*Tabla 2.4. Tabla de comparación entre metodologías de procesos*

Luego de exponer las metodologías más reconocidas a nivel mundial en la mejora de procesos, noto que la metodología seis sigma se aplica mejor para la empresa Control Vital que es el caso expuesto en la presente tesis. El motivo es que dicha metodología se basa en el cálculo de variables como el tiempo para determinar cuantitativamente si un proceso ha sido mejorado, tal y como fue solicitado por Control Vital. Por otro lado, empresas importantes como Motorola, Llied Signal, Polaroid, Sony, Black Decker y Toshiba han empleado Seis Sigma y han incrementado sus ganancias. Anteriormente, dichas empresas generaban nada menos que 35.000 defectos por millón de operaciones. Al comenzar las primeras etapas de Seis Sigma, las empresas mostraban un nivel de performance de aproximadamente 3,3 sigma. Ahora lo que se busca es proyectar cuan mayor sería la ganancia generada por ellas si estuvieran operando con menos defectos por millón de operaciones o si estuvieran operando a un nivel Seis Sigma de casi cero defecto. De esta manera, presentaré la aplicación de dicha metodología y posteriormente, en base a los resultados comprobaré que la propuesta fue eficiente en comparación a Lean Manufacturing o Kaizen.



### CAPITULO III. ESTADO DEL ARTE METODOLÓGICO

En el presente capítulo, se mostrará una comparación entre autores que implementaron la metodología seis sigma, la cual servirá como fundamento para el uso de dicha metodología en la empresa Control Vital. A continuación, se podrá observar cinco puntos que resumirá cada documento para comprender el éxito que tuvieron en su aplicación.

#### 1. Autor (s): José Carlos Vilchez Melgarejo

---

Título: Optimización del proceso de atención de los clientes del centro oftalmológico “Buena Visión”, de la ciudad de Cajamarca

Universidad: Universidad Privada del Norte

Tipo: Pregrado

Año: 2012

---

- Estado del arte que hace el autor

El estado del arte es respecto a la metodología 6 sigma como una metodología de calidad, aplicada para ofrecer un mejor servicio, sobre todo eficiente y económica, centrando su foco en la eliminación de defectos y la satisfacción del cliente.

La metodología 6 sigma se basa en la curva de distribución normal, con una distribución de frecuencias siguiendo la campana de Gauss y con una probabilidad de que algunos valores queden fuera de los límites superior e inferior. El proceso será más confiable cuanto más centrada se encuentren los límites y cuando más estrecha y alta sea la campana.

Las herramientas utilizadas por la metodología 6 sigma se desarrollan en el marco conocido como DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), dicho modelo puede resumirse en cuatro etapas, pues la primera consiste en la etapa de diagnóstico.

- Motivación del autor (críticas del autor a otros trabajos)

La motivación del autor es la insatisfacción de los clientes del centro oftalmológico “Buena Visión”, el cual es la empresa donde el autor llevo a cabo la implementación de la metodología 6 sigma. Dichos clientes no se sientes satisfechos debido al servicio de atención, sobre todo por el exceso de tiempo que les toma a los trabajadores del centro.

Además, la empresa mantiene aún procedimientos rudimentarios y desfasados, los cuales no generan una buena imagen. Por lo tanto, el autor busca solucionar este problema con la finalidad de seguir desarrollando el prestigio que vienen construyendo a lo largo de su trayectoria. A través de la reducción de los tiempos empleados para el proceso de atención del centro oftalmológico, el autor espera, no solo alcanzar la satisfacción de sus clientes, sino también obtener nuevos mercados.

- Descripción del aporte del autor

El aporte del autor es la reducción del tiempo total empleado para el proceso de atención, el cual se desarrollara en 43 minutos luego de implementar la metodología 6 sigma. Anteriormente, se desarrollaba en 85 minutos aproximadamente; es por esta razón que los clientes muestran mayor comodidad al ser atendidos en Centro “Buena Visión”

Este resultado pudo alcanzarlo gracias a la recopilación de información y su cuantificación en relación a los tiempos empleados de cada actividad del proceso. El análisis de la información recopilada respecto a los requerimientos de los clientes, pudo ser efectuado a través del Diagrama de Pareto, Histogramas de actividades y diagrama de causa/efecto que le permitieron desarrollar un adecuado análisis respecto al proceso en evaluación.

Por último, el autor desarrollo un diagrama para el análisis del proceso para lograr el diseño del proceso futuro que explicó como propuesta de solución, logrando sustentar la hipótesis de la tesis y en consecuencia, la optimización del proceso actual.

- Proceso para resolver el problema considerado por el autor

En primer lugar, el autor desarrolla su material de estudio que consta en la población (clientes del centro médico oftalmológico “Buena Visión” y la muestra (muestreo no aleatorio basado en un grupo determinado). Posteriormente, realiza la recolección de datos para su análisis, propuesta de mejora e información por contacto directo con el sujeto a estudio, por medio de la evaluación, cuestionarios, entrevistas y encuestas.

Luego, pasa al procesamiento de datos con la finalidad de medir los resultados de la investigación, el cual considerara los indicadores cuantitativos (desarrollado a través de la observación y la medición del tiempo). Además, el autor definiera los límites del problema de estudio y resaltar los elementos que permiten una mejor visión del alcance y objetivos del proyecto.

De igual manera, señala la manera en que interactúan los clientes y proveedores del servicio, además de identificar las “entradas” y “salidas” del proceso a través de la elaboración de un cuadro que contiene lo mencionado. Dentro de las entradas y salidas del proceso, se encuentran las características críticas del servicio para determinar en cuál de ellas se está generando cuellos de botella.

Seguidamente, el autor analizara los datos recogidos con la finalidad de identificar las causas fundamentales de problemas del proceso para poder elaborar las actividades de mejora. Luego, ejecuta las recomendaciones de mejora y diseña el proceso futuro. Por último, realiza la etapa de control que implica la medición de los resultados de los proyectos piloto y gestionar el cambio del proceso.

- Observaciones y/o críticas suyas al artículo

Considero que el autor debió detallar el problema, pues lo menciona de manera muy general siendo una tesis en base a una empresa en particular. Los puntos críticos que sugiere el autor podría presentarlos cualquier empresa que brinde servicios de atención. Es decir, no nos da una imagen clara de la situación actual del centro o de la situación anterior (en caso la propuesta de mejora haya sido implementada).

Sería mucho más entendible, si el autor comentara por ejemplo: el/la especialista que toma los exámenes oftalmológicos, demora en transcribir los resultados a los formatos estipulados por MINSA. De esta manera, el lector tendría conocimiento de que ocurre realmente en el transcurso del proceso de atención.

## 2. Autor (s): Saúl Castillo Castillo

---

Título: Gestión de la calidad total con enfoque en la metodología seis sigma

Universidad: Universidad Nacional Autónoma de México

Tipo: Pregrado

Año: 2008

---

- Estado del arte que hace el autor

El estado del arte que hace el autor es sobre las bases de Seis Sigma; en la tesis se utilizan herramientas estadísticas y técnicas de resolución de problemas como por ejemplo: herramientas para la mejora de la calidad (Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa-Efecto, Histograma), control estadístico de procesos (variabilidad de los procesos, reducción de la variabilidad), graficas de control por variables (Interpretación de las gráficas de control, estratificación de las series de observaciones), capacidad de procesos. Luego, el autor menciona la metodología seis sigma para su aplicación posterior (se explicara en el punto 4).

- Motivación del autor (críticas del autor a otros trabajos)

La motivación del autor es la falta de importancia de las empresas hacia la calidad de un producto o servicio pues es indispensable para que una compañía sea competitiva en sus actividades empresariales en el entorno económico actual. La calidad adquiere mayor relevancia en la industria de fabricación de dispositivos médicos de la rama química farmacéutica, en donde los estándares de calidad son requeridos con mayor precisión.

Además, calidad significa ofrecer productos sin defectos y de ese modo lograr clientes satisfechos con esos productos y servicios. Por lo tanto, la calidad constituye el factor básico para obtener una ventaja competitiva. El autor propone que las empresas deben adoptar estrategias para perseguir la calidad en todos sus productos, procesos y servicios que las diferencie del resto de la competencia.

- Descripción del aporte del autor

El aporte del autor es la aplicación práctica de la metodología seis sigma en la industria de fabricación de dispositivos médicos de la rama química farmacéutica. El autor tuvo la finalidad de obtener una aguja hipodérmica segura; es decir, que logre realizar la función prevista sin exponer la salud del paciente por traumatismo de tejidos debido a la deficiencia en las características referidas.

Dentro de las pruebas que realizó, se puede observar la concentración de óxido de etileno, presencia de metales pesados extraíbles y capacidad buffer y se debe advertir que los niveles de óxido de etileno residual en la aguja hipodérmica deben estar bajo los parámetros establecidos, ya que el óxido de etileno está considerado como genotóxico y potencialmente carcinógeno.

- Proceso para resolver el problema considerado por el autor

El autor desarrolla en base a las 5 etapas de la metodología seis sigma que son: Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar.

- ✓ Definir: se define el problema en términos de la diferencia entre lo que es y lo que debería ser: los clientes reportan un dolor excesivo en el uso de la aguja; el objetivo consiste en mejorar el filo de la cánula para resolver el problema de la fabricación de agujas hipodérmicas.
- ✓ Medir: se precisan y describen los procesos de fabricación y acondicionamiento de la aguja, desde la recepción de materias primas hasta que el producto se considera terminado. En cada proceso se especifican sus variables, entradas, salidas y características.
- ✓ Analizar: se determinan las variables significativas en los procesos de afilado y ensamblado. Estas variables se confirman por medio de análisis de varianza, pruebas de hipótesis y gráficas de control para evaluar la contribución de los factores en la variación de los procesos.

- ✓ Mejorar: se optimiza el proceso reduciendo constantemente su variación identificando los valores de las variables de entrada que optimizan el valor de las dimensiones críticas del proceso.
  - ✓ Controlar: se establece un sistema de procedimientos estandarizados de operación más específicos sobre los procesos y puntos críticos, así como la implementación de capacitación en dichos procesos; de esta manera se asegura la consistencia de los resultados alcanzados en la etapa de mejora.
- Observaciones y/o críticas tuyas al artículo  
Considero que la tesis anterior utiliza herramientas muy prácticas y de fácil entendimiento. A su vez, se podría explicar a los clientes y que éstos validen el análisis previo a la implementación del nuevo proceso. La primera etapa del modelo DMAMC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) es indispensable para la correcta aplicación en una empresa, hecho que no le toma la importancia debida. Es por esta razón que coincido con el autor, que se debe respetar cada etapa para lograr mejoras concretas.

### 3. Autor (s): Percy Roberto Prieto Matzuki

---

Título: Uso de la metodología seis sigma como referencia para la optimización de una área de mantenimiento de planta

Universidad: Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Tipo: Pregrado

Año: 2008

---

- Estado del arte que hace el autor

El estado del arte está relacionado a los seis principios de la metodología seis sigma que se mencionará a continuación:

- ✓ Principio 1: Enfoque genuino en el cliente

El enfoque principal es dar prioridad al cliente. Las mejoras Seis Sigma se evalúan por el incremento en los niveles de satisfacción y creación de valor para el cliente.

- ✓ Principio 2: Dirección basada en datos y hechos

El proceso Seis sigma se inicia estableciendo cuales son las medidas claves a medir, pasando luego a la recolección de los datos para su posterior análisis.

- ✓ Principio 3: Los procesos están donde está la acción

Seis sigma se concentra en los procesos, así pues dominando éstos se lograrán importantes ventajas competitivas para la empresa.

- ✓ Principio 4: Dirección proactiva

Ellos significan adoptar hábitos como definir metas ambiciosas y revisarlas frecuentemente, fijar prioridades claras y enfocarse en la prevención de problemas.

- ✓ Principio 5: Colaboración sin barreras

Debe ponerse especial atención en derribar las barreras que impiden el trabajo en equipo entre los miembros de la organización

- ✓ Principio 6: Busque la perfección

Las compañías que aplica Seis Sigma tienen como meta lograr una calidad cada día más perfecta, estando dispuestas a aceptar y manejar reveses ocasionales.



- Motivación del autor (críticas del autor a otros trabajos)

La motivación del autor es servir como referencia a futuras generaciones de estudiantes de ingeniería en el uso de una herramienta que nos permita optimizar los procesos de diferentes áreas o realidades que se vivan en diferentes empresas de nuestro país.

Como objetivo general, el autor busca la optimización de un área de mantenimiento de planta; la cual da soporte a diferentes áreas de producción que trabajan con máquinas, equipos y herramientas, produciendo un servicio clientes externos. Además busca la reducción de los tiempos de atención en los mantenimientos preventivos y correctivos, la correcta coordinación entre áreas logística – mantenimiento – clientes internos, el cumplimiento de las fechas de atención de las Órdenes de Trabajo de mantenimiento y por último, el análisis de las funciones del área de mantenimiento dentro de la gerencia.

- Descripción del aporte del autor

El aporte del autor son propuestas de mejoras así como los controles que deben llevarse en el área de mantenimiento de planta. Es aquí donde se ve el compromiso de la gerencia y la jefatura del área con el proyecto ya que de ellos depende que las mejoras y el control caminen y den paso a la optimización del proceso.

- Proceso para resolver el problema considerado por el autor

El autor utiliza un proceso siguiendo el modelo DMAMC, donde define el problema, mide el proceso, analiza la causa raíz, mejora el proceso y por último, controla el mismo por medio de indicadores de gestión.

En la etapa de Medir se implementan diferentes ganancias rápidas al proceso; sin embargo, esto no implica que la metodología haya cumplido su objetivos pues seis sigma buscar mejorar aquellas causas raíz que no están a la simple vista de las personas que trabajan en el área o gerencia.

- Observaciones y/o críticas tuyas al artículo

Esta tesis contiene un ejemplo muy detallado y fácil entendimiento como muestra del éxito que se tuvo por implementar la metodología seis sigma. Considero que una metodología se puede aprender mejor cuando se pone en práctica y éste es un claro ejemplo que demuestra lo mencionado. Tome en cuenta esta tesis como guía para desarrollar seis sigma en la empresa de mi investigación.

## Resumen Comparativo del Estado del Arte

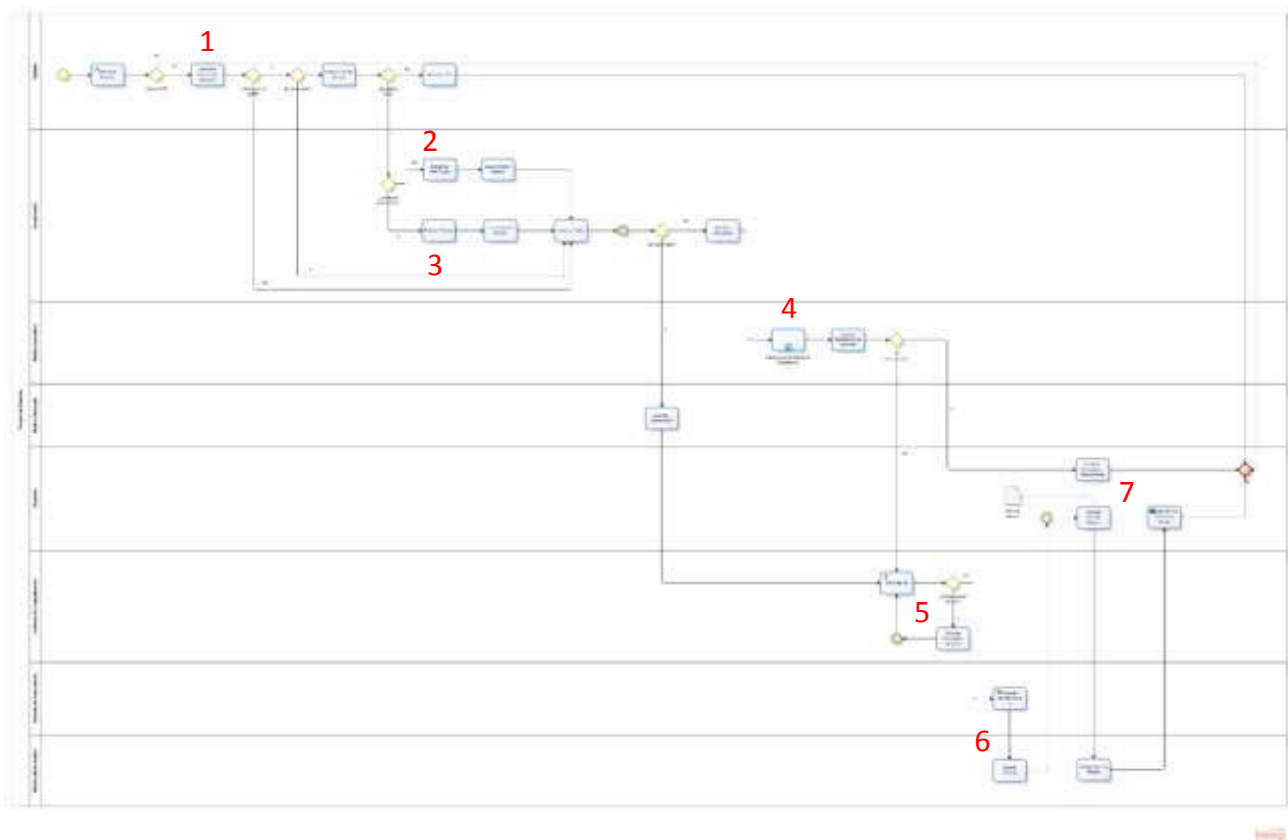
Trabajo	Trabajo 01			Trabajo 02		Trabajo 03	
	Autor o Autores	José Carlos Vélchez Megarejo	Saúl Castillo Castillo	Percy Roberto Prieto Matzudá			
	Título del Trabajo	Optimización del proceso de atención de los clientes del centro oftalmológico "Buena Visión", de la ciudad de Cajamarca	Gestión de la calidad total con enfoque en la metodología seis sigma	Uso de la metodología seis sigma como referencia para la optimización de una área de mantenimiento de planta			
	Universidad	Universidad Privada del Norte	Universidad Nacional Autónoma de México	Universidad Nacional Mayor de San Marcos			
	Tipo (Pre-Grado, Grado, Maestría, Doctorado, Otros)	Pregrado	Pregrado	Pregrado			
	Año de Publicación	2012	2008	2008			
Áreas	Estado del Arte que hace el Autor	El estado del arte es respecto a la metodología 6 sigma como una metodología de calidad, aplicada para ofrecer un mejor servicio, sobre todo eficiente y económica, centrando su foco en la eliminación de defectos y la satisfacción del cliente.	El estado del arte que hace el autor es sobre las bases de Seis Sigma; en la tesis se utilizan herramientas estadísticas y técnicas de resolución de problemas.	El estado del arte está relacionado a los seis principios de la metodología seis sigma: Enfoque genuino en el cliente, Dirección basada en datos y hechos, Los procesos están donde está la acción, Dirección proactiva, Colaboración sin barreras, Buscar la perfección.			
	Motivación del autor (críticas del autor a otros trabajos)	La insatisfacción de los clientes del centro oftalmológico "Buena Visión", el cual es la empresa donde el autor llevo a cabo la implementación de la metodología 6 sigma.	La falta de importancia de las empresas hacia la calidad de un producto o servicio pues es indispensable para que una compañía sea competitiva en sus actividades empresariales en el entorno económico actual.	Servir como referencia a futuras generaciones de estudiantes de ingeniería en el uso de una herramienta Seis Sigma.			
	Aporte del Autor	La reducción del tiempo total empleado para el proceso de atención, el cual se desarrollara en 43 minutos luego de implementar la metodología 6 sigma.	La aplicación práctica de la metodología seis sigma en la industria de fabricación de dispositivos médicos de la rama química farmacéutica.	Propuestas de mejoras así como los controles que deben llevarse en el área de mantenimiento de planta.			
	Proceso usado para resolver el problema	El autor analizara los datos recogidos con la finalidad de identificar las causas fundamentales de problemas del proceso para poder elaborar las actividades de mejora.	El autor desarrolla en base a las 5 etapas de la metodología seis sigma que son: Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar.	El autor utiliza un proceso siguiendo el modelo DMAMC, donde define el problema, mide el proceso, analiza la causa raíz, mejora el proceso y por último, controla el mismo por medio de indicadores de gestión.			
	Observaciones y/o críticas suyas al artículo	El autor no da una imagen clara de la situación actual del centro o de la situación anterior (en caso la propuesta de mejora haya sido implementada).	La tesis anterior utiliza herramientas muy prácticas y de fácil entendimiento. A su vez, se podría explicar a los clientes y que éstos validen el análisis previo a la implementación del nuevo proceso.	Esta tesis contiene un ejemplo muy detallado y fácil entendimiento como muestra del éxito que se tuvo por implementar la metodología seis sigma.			

Tabla 3.1. Matriz Comparativa del Estado del Arte

## CAPITULO IV. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN O DEL ESTUDIO

En el presente trabajo se propone la reducción de tiempos del proceso de atención de la empresa Control Vital a través de la implementación de la metodología 6 Sigma, centrada en disminuir la variabilidad de cada proceso, eliminando los defectos en la realización de un servicio al cliente.

En primer lugar, se hará un levantamiento de información del proceso de atención del caso particular de la tesis, modelando cada uno de ellos y tomando los tiempos de cada tarea o actividad realizada. Posteriormente, se aplicará las 5 etapas de la metodología 6 Sigma en base a sus principios que fueron explicados detalladamente en el CAPÍTULO 2: MARCO TEORICO. A continuación, se mostrará el diagrama del proceso de atención contemplando los cuellos de botella que se generan a lo largo del flujo. Cada número representa los puntos críticos que se explicarán brevemente.



*Gráfico 4.1. Modelado del Proceso de Atención de Control Vital*

1. En el área de vigilancia se genera un cuello de botella debido a que los pacientes llegan cada 2 minutos y muchos de ellos ni se les ha registrado citas previas, lo cual hace que los encargados deban registrarlos en ese momento cuando debió ser un día anterior.
2. En el área de recepción se genera un cuello de botella debido a la dificultad de encontrar las citas registradas de los pacientes que se han acercado al local. No organizan correctamente los correos de confirmación de los clientes y en consecuencia, los pacientes deben esperar entre 20 y 40 minutos.
3. En el área de recepción se genera otro cuello de botella debido a que las recepcionistas deben crear una gran cantidad de citas en el momento en el que llegan los pacientes; esto les toma entre 10 y 30 minutos.
4. En las áreas de las especialidades se generan cuellos de botella en base a los exámenes que presentan mayor demanda. Por ejemplo, la mayoría de los pacientes deben tomar el examen de oftalmología por lo que esperan entre 10 y 15 minutos para ser atendidos.
5. En el área de transcripción se genera un cuello de botella cuando aparecen errores en el ingreso de los resultados. En este punto se repiten actividades como las revisiones constantes de los médicos hasta asegurar que la información escrita en los informes sea la correcta; esto les toma entre 20 y 40 minutos.
6. En el área de auditoría se genera un cuello de botella pues los médicos deben esperar a que los técnicos ingresen toda la información necesaria para darles aptitud a sus pacientes. En caso demore el ingreso de resultados, los médicos esperan entre 30 y 60 minutos.
7. En el área de despacho se genera un cuello de botella pues los informes no pueden ser entregados a los clientes hasta contener los datos correctos. Para tener la seguridad de los resultados y la impresión de los mismos se toman entre 30 y 60 minutos.

Basándonos en los puntos críticos mencionados anteriormente, procederemos a definir las fases que harán uso del análisis funcional. De esta manera, podremos llevar a cabo la propuesta de solución de la presente tesis.

## 4.1. Fases de la metodología Seis Sigma

### 4.1.1. Fase de Definición

Las etapas de la fase de definición son las siguientes:

- Identificación de clientes internos y externos



*Gráfico 4.2. Diagrama de Clientes Internos y Externos*

Clientes	Rol/Descripción	Requerimientos/Le Concierno?/Impacto
<b>Vigilancia</b>	Área dedicada a velar por la seguridad de personas y bienes materiales de la empresa o lugar donde han sido contratados sus servicios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación correcta de citas</li> <li>• Documentos en regla de los pacientes</li> </ul>
<b>Recepción</b>	Área dedicada a la creación de citas de los pacientes y a su	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correos de confirmación de los clientes</li> <li>• Perfiles médicos</li> </ul>

	respectiva asociación de perfiles médicos según los clientes que hayan solicitado el servicio.	asociados a los exámenes
<b>Médicos Especialistas</b>	Área dedicada a la toma de exámenes médicos según el perfil médico por el que va a pasar el paciente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación correcta de citas</li> <li>• Formatos asociados a los exámenes</li> </ul>
<b>Despacho</b>	Área dedicada a la transcripción y compaginación de los informes médico que componen la historia clínica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación correcta de citas</li> <li>• Ingreso completo de los resultados</li> </ul>
<b>Auditoría</b>	Área dedicada a la generación de aptitudes de los pacientes y al control de calidad de los resultados médicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación correcta de citas</li> <li>• Ingreso completo de los resultados</li> </ul>
<b>Empresas Contratas</b>	o Clientes externos que solicitan el servicio de hacer pasar a sus trabajadores por los exámenes médicos ocupacionales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación rápida de la aptitud</li> <li>• Informe completo de los resultados</li> </ul>

*Tabla 4.1. Tabla de Clientes y Requerimientos*

Luego de determinar los clientes involucrados en el proceso, se evalúa el nivel de compromiso de los mismos con la optimización que busca la presente tesis. A continuación, se muestra un cuadro el cual contiene cinco columnas con los niveles de apoyo: Fuerte Contra, Contra Moderada, Neutral, Apoyo Moderado, Apoyo Fuerte; las siguientes dos columnas contienen los planes de comunicación con los clientes y plan de acción sobre los mismos.

Stakeholders	Fuerte Contra	Contra Moderada	Neutral	Apoyo Moderado	Apoyo Fuerte	Plan Comunic.	Plan de Acción
Vigilancia			X	O		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones</li> <li>• Actas de Compromiso</li> </ul>	Incluir parcialmente en el proyecto
Recepción		X			O	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones</li> <li>• Actas de Compromiso</li> </ul>	Incluir parcialmente en el proyecto
Médicos Especialistas	X			O		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones</li> <li>• Actas de Compromiso</li> <li>• Informes de avances</li> </ul>	Incluir totalmente en el proyecto
Despacho		X		O		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones</li> <li>• Actas de Compromiso</li> </ul>	Incluir parcialmente en el proyecto
Auditoría	X			O		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones</li> <li>• Actas de Compromiso</li> <li>• Informes de avances</li> </ul>	Incluir totalmente en el proyecto
Empresas o Contratas		X	O			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas</li> </ul>	Test Piloto

X = al inicio del proyecto

O = al final del proyecto

*Tabla 4.2. Tabla de Clientes y Plan de acción*



- Determinar los CTQ'S del proyecto



*Gráfico 4.3. Lista de Características Críticas del Proceso*

- Selección del problema:  
Se eligió el problema central explicado detalladamente en el Capítulo 4, el cual consiste en los largos tiempos que presenta el proceso de atención de la empresa Control Vital.
- Razón de la Selección  
En primer lugar, se seleccionó dicho problema debido a la insatisfacción de los pacientes por la demora de la atención. Esto ocasionaría que la empresa pierda su prestigio y sus clientes prefieran la competencia.
- Impacto en el negocio:  
El impacto sería fuerte pero positivo pues se cumpliría las expectativas de los clientes. Por otro lado, disminuiría los errores de los reportes

médicos y así conseguirían la satisfacción de los pacientes y de los clientes.

Si no se lograra implementar esta solución, continuarían los reclamos constantes de los pacientes y hasta se mostrarían poco serviciales con la toma de los exámenes. Además, los ingresos disminuirían en un 20% (aproximadamente la cantidad del 2014) y el tiempo requerido para la atención sería de 6 horas como se da actualmente.

- Descripción del problema:

La mala gestión del servicio de Control Vital retarda el desarrollo de los procesos, produciendo pérdidas de tiempo y de recursos por cada actividad que realizan los trabajadores.

Los pacientes pasan por sus exámenes en 6 horas y generan sus informes entre 4 u 8 horas. Estas cifras son inaceptables para los clientes y por lo tanto, la empresa podría fracasar.

- Definición de los objetivos del proyecto

Reducir los tiempos del proceso de atención en la toma de exámenes de la empresa de Salud Ocupacional mediante la metodología 6 sigma, para lograr la optimización de sus recursos y mejorar la obtención de las aptitudes de los trabajadores.

- Alcance del proyecto:

El alcance de la presente tesis se centrará en el proceso de atención de la empresa Control Vital que consta desde el pase de los pacientes por todas las especialidades necesarias hasta completar sus exámenes médicos y se le entregue su aptitud según el puesto por el que haya postulado. La aplicación de la metodología 6 Sigma no tomará en cuenta los otros procesos del negocio que son: Administrativo, Asistencial, Facturación, Despacho.

Además, se utilizará únicamente la metodología 6 Sigma, así como la estructura de sus etapas, principios, funciones y responsabilidades que se debe aplicar para solucionar la insatisfacción de los clientes de la empresa de Salud Ocupacional. Para el desarrollo de los diagramas de procesos, se contará con las siguientes herramientas: Arena Simulation y Bizagi.

- Metas cualitativas
  - ✓ Preservar el prestigio que la empresa Control Vital ha construido durante 22 años.
  - ✓ Aumentar los ingresos de la empresa Control Vital.
  - ✓ Obtener resultados confiables de los exámenes médicos de los trabajadores.
  - ✓ Disminuir el tiempo en reevaluaciones médicas hasta eliminarlas por completo.
  - ✓ Lograr una estadía cómoda y rápida de los pacientes en el centro médico.

- Mapa del proceso

En este punto observaremos un mapeo del proceso de alto nivel, identificando en primer lugar un cuadro donde se encontraran los proveedores, entradas, actividades, salidas, clientes y requerimientos.

Proveedores	Entradas	Requerimientos	Actividades	Salidas	Requerimientos	Clientes
<b>Vigilancia</b>	Documento de Identidad	Documento de identidad en orden sin fecha de caducidad	Identificar Persona	Inscripción Previa	Obtener datos correctos del paciente para su respectiva creación de cita	<b>Recepción</b>
<b>Vigilancia</b>	Correo de Confirmación	Datos precisos de la cita para realizar una comparación rápida	Identificar Proceso de Atención	Tipo de Cita	Facilitar la creación de cita	<b>Recepción</b>
<b>Vigilancia</b>	Lista de Cliente por Local	Lista validada por recepción y el área de administración	Verificar Cliente de CV2	Asignación de Local	Aminorar la carga de pacientes en un solo local	<b>Recepción</b>
<b>Recepción</b>	Documento de Identidad	Documento de identidad en orden sin fecha de caducidad	Filiación Rápida	Inscripción Final	Determinar la cantidad de pacientes pendientes por especialidad	<b>Médicos Especialistas</b>
<b>Recepción</b>	Lista de Perfiles Médicos	Configuración exacta de los perfiles médicos	Crear Control Interno	Control Interno	Lista de exámenes debidamente revisada con la seguridad de su perfil médico	<b>Médicos Especialistas</b>
<b>Recepción</b>	Hora de Arribo del Paciente	Obtener la hora exacta en la que el paciente llega al local	Generar Ticket	Ticket	Creación eficiente y eficaz del ticket para poder realizar la toma de exámenes	<b>Médicos Especialistas</b>
<b>Recepción</b>	Ficha llenada por el paciente	Ficha llenada con letra legible e información real	Filiación Completa	Ficha de Datos Personales	Ingreso de datos correctos del paciente	<b>Médicos Especialistas</b>
<b>Médicos Especialistas</b>	Perfil y datos del paciente	Ingreso de los datos del paciente y asociación del perfil	Ingreso de Resultados	Historia Clínica	Ingreso de resultados correctos del paciente	<b>Despacho y Auditoría</b>
<b>Médicos Especialistas</b>	Resultados de exámenes al sistema	Ingreso correcto y rápido de los resultados	Generar Resultados de Exámenes	Historia Clínica	Generación de formatos con la información necesaria para los informes médicos	<b>Despacho y Auditoría</b>
<b>Despacho</b>	Formatos Generados por Cliente	Obtener los formatos de cada cliente según el perfil	Transcribir Resultados en Formatos	Historia Clínica Escrita	Eficiencia en la transcripción de los resultados	<b>Auditoría</b>
<b>Auditoría</b>	Resultados de exámenes al sistema	Ingreso correcto y rápido de los resultados	Generar Aptitud	Diagnóstico Médico	Aptitud generada en el menor tiempo posible y con la seguridad del doctor	<b>Despacho</b>

<b>Despacho</b>	Diagnóstico Médico y Formatos Transcritos	Necesita el diagnóstico del paciente con las restricciones y observaciones	Generar Informe Médico	Informe Médico	Informe terminado con toda la información necesaria para la última validación	<b>Auditoría</b>
<b>Auditoría</b>	Informe Médico	Necesita el informe con todos los formatos solicitados por el cliente	Validar Informe Médico	Informe Médico Validado	Informe validado en el menor tiempo posible	<b>Despacho</b>
<b>Despacho</b>	Informe Médico Validado	Autorización para enviar el informe con la fiabilidad de los resultados	Enviar Informe Médico al Cliente	Aptitud del Paciente	Informe claro con la fidelidad del doctor y la empresa sobre los resultados expuestos	<b>Empresas o Contratistas</b>

*Tabla 4.3. Tabla de Actividades según Entradas y Salidas*



*Gráfico 4.4. Mapeo del Proceso de Alto Nivel*

- Recomendaciones:
  - ✓ El planteamiento debe estar alineado con las iniciativas del negocio.
  - ✓ Mejorar un proceso existente.
  - ✓ Asegurarse de que el alcance no sea demasiado extenso, y también que el proyecto sea realizable. En este caso, se puede segmentar para ser realizado por diferentes personas, cada uno con distintos alcances.
  - ✓ Escoger un proyecto en el cual se pueda generar o se tengan suficientes datos para ser medidos.
  - ✓ Generar ahorros financieros.
  - ✓ Si es posible, escoger un proceso con más ciclos, altos volúmenes o tiempos de ciclo cortos.

#### 4.1.2. Fase de Medición

Las etapas de la fase de medición son las siguientes:

- Seleccionar los CTQ'S del proceso (Crítico para la calidad)
- En primer lugar, listaremos las variables dependientes, independientes y de ruido en la siguiente tabla:

$$Y = F(X)$$

Variables Dependientes	Variables Independientes	Variables de Ruido
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo empleado en el área de vigilancia</li> <li>• Tiempo empleado en el área de recepción</li> <li>• Tiempo empleado por los médicos especialistas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de Identidad</li> <li>• Correo de Confirmación</li> <li>• Lista de Cliente por Local</li> <li>• Lista de Perfiles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arribo del Paciente</li> <li>• Tiempo de Toma de Laboratorio</li> <li>• Tiempo de Correo de Confirmación</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo empleado en el área de transcripción y compaginación</li> <li>• Tiempo empleado en el área de auditoria</li> <li>• Tiempo empleado en el área de despacho</li> </ul>	<p>Médicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hora de Arribo del Paciente</li> <li>• Ficha llenada por el paciente</li> <li>• Resultados de exámenes al sistema</li> <li>• Diagnóstico Médico y Formatos Transcritos</li> <li>• Informe Médico</li> </ul>	
--	---	--

*Tabla 4.4. Tabla de Variables dependientes, independientes y de ruido*

A continuación, se muestra un cuadro que explica a mayor detalle la manera en que se tratarán las variables dependientes para lograr los objetivos de la tesis. Donde podremos observar que la métrica se basará en el tiempo de respuesta que tomará cada actividad. El mecanismo de recolección de datos se llevará a cabo por entrevistas, encuestas y reuniones con los usuarios líderes. El mecanismo de análisis se llevará a cabo con el diagrama de Pareto que se encuentra posteriormente. El plan de muestro es de 100 de pacientes, los cuales se les tomó el tiempo de estadía en Control Vital según la actividad que realizaban. La muestra fue seleccionada por el área administrativa según la concurrencia diaria de pacientes.

Crítico para la satisfacción	Métrica	Mecanismo para recolección de datos	Mecanismo de análisis	Plan de muestreo	Instrucciones de muestreo
Optimización de tiempo empleado en el área de	Tiempo de respuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Reuniones</li> </ul>	Diagrama de Pareto	Muestra de 100 pacientes	Toma de muestras del Campo de estudio de los

<b>vigilancia</b>					pacientes que asisten al centro médico
<b>Optimización de tiempo empleado en el área de recepción</b>	Tiempo de respuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Reuniones</li> </ul>	Diagrama de Pareto	Muestra de 100 pacientes	Toma de muestras del Campo de estudio de los pacientes que se les debe crear una cita
<b>Optimización de tiempo empleado por los médicos especialistas</b>	Tiempo de respuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Reuniones</li> </ul>	Diagrama de Pareto	Muestra de 100 pacientes	Toma de muestras del Campo de estudio de los pacientes que son atendidos según la especialidad que requiera
<b>Optimización de tiempo empleado en el área de transcripción y compaginación</b>	Tiempo de respuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Reuniones</li> </ul>	Diagrama de Pareto	Muestra de 100 pacientes	Toma de muestras del Campo de estudio de los formatos que contienen los resultados de los pacientes
<b>Optimización de tiempo empleado en el área de auditoria</b>	Tiempo de respuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Reuniones</li> </ul>	Diagrama de Pareto	Muestra de 100 pacientes	Toma de muestras del Campo de estudio de los pacientes que ya poseen una aptitud
<b>Optimización de tiempo empleado en el área de despacho</b>	Tiempo de respuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Reuniones</li> <li>• Encuestas</li> </ul>	Diagrama de Pareto	Muestra de 100 pacientes	Toma de muestras del Campo de estudio de los informes que ya han sido entregados a los clientes

*Tabla 4.5. Tabla de Métricas y Mecanismos de Análisis*



Luego del cuadro de las variables independientes, se mostrará el diagrama de Pareto que está basado en contar los tiempos que sobrepasan el tiempo estimado que debería tomar cada actividad según usuario expertos (Equipo de Sistemas).

Tiempos estimados para cada actividad del proceso:

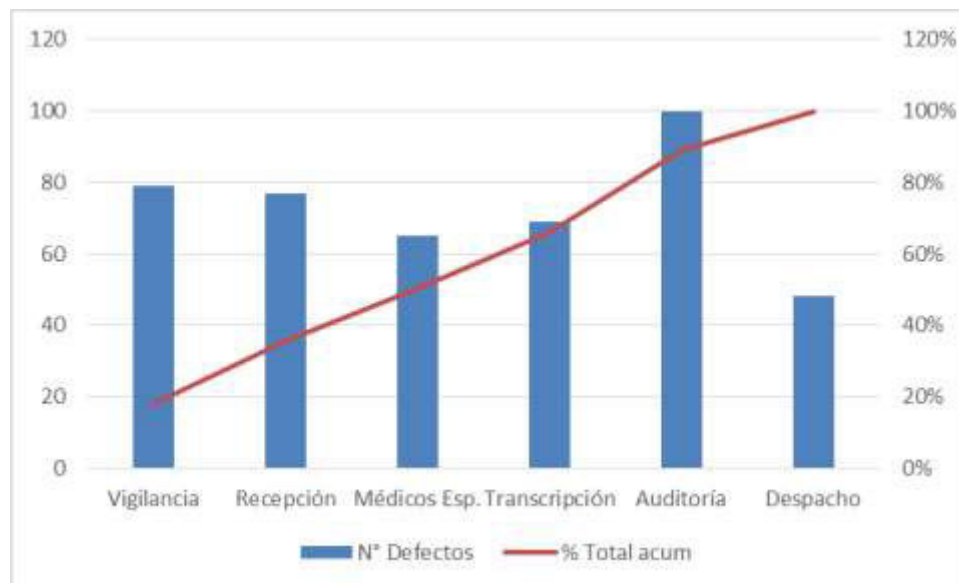
- ✓ Vigilancia: 30 segundos
- ✓ Recepción: 3 minutos
- ✓ Médicos Especialistas: 3 horas y 20 minutos
- ✓ Transcripción y Compaginación: 6 minutos
- ✓ Auditoría: 13 minutos
- ✓ Despacho: 7 minutos

Calculamos los pacientes que cumplen con el tiempo esperado para optimizar el proceso y los que no cumplen son tomados como defectos. Inferiormente, se muestra un cuadro de frecuencias en base a los defectos. Tener en cuenta que: defectos + pacientes que cumplen (por cada área) = muestra de 100 pacientes.

	N° Defectos	N° Def acum	% Total	% Tot acum
<b>Vigilancia</b>	79	79	18%	18%
<b>Recepción</b>	77	156	18%	36%
<b>Médicos Esp.</b>	65	221	15%	50%
<b>Transcripción</b>	69	290	16%	66%
<b>Auditoría</b>	100	390	23%	89%
<b>Despacho</b>	48	438	11%	100%

*Tabla 4.6. Tabla de Defectos según Área de Control Vital*

Las barras azules muestran la frecuencia de los defectos (pacientes que no cumplen con el tiempo estimado) y la línea anaranjada muestra el porcentaje del total acumulado.



*Gráfico 4.5. Diagrama de Pareto según Defectos Acumulados*

- Establecer y validar el plan de recolección de datos

Se realiza el plan de recolección de datos, el cual consta en contestar las siguientes preguntas en base al diagrama 5W/1H:

What?	¿Qué?	Reducir los tiempos del proceso de atención de Control Vital
Why?	¿Por qué?	Para lograr la satisfacción de los clientes y los pacientes
Who?	¿Quién?	Área de Sistemas
Where?	¿Dónde?	Control Vital
When?	¿Cuándo?	25/05/15
How?	¿Cómo?	Implementando las 5 fases de la metodología Seis Sigma

*Tabla 4.7. Tabla de Preguntas 5W/1H*

Estas 6 preguntas deben ser planteadas en el Área de Sistemas y responderlas correctamente para tener en claro los objetivos del proyecto de la presente tesis.

- Seleccionar los CTQ'S:

Al notar los inconvenientes que está presentando la empresa Control Vital como:

- ✓ Reclamos constantes de los pacientes
- ✓ Pacientes poco serviciales con la toma del examen
- ✓ Disminución del prestigio construido
- ✓ Descenso de los ingresos
- ✓ Resultados poco confiables de las aptitudes

Nos hacemos las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Por qué los pacientes se encuentran insatisfechos con la atención brindada?
- ✓ ¿Por qué los clientes están prefiriendo irse con la competencia?
- ✓ ¿Por qué los reportes presentan una gran cantidad de errores?

Por esta razón, se deberá apuntar a las siguientes causas que generan el problema central de Control Vital: Largos tiempos en el proceso de atención.

- ✓ Actividades que no aportan valor al negocio
- ✓ Gran cantidad de pacientes en espera
- ✓ Falta de organización en el proceso de atención

Las cuales se ven reflejadas en los CTQ's que se muestran inferiormente:



*Gráfico 4.6. Diagrama de Variables Críticas al Proceso*

#### 4.1.3. Fase de Análisis

Las etapas de la fase de análisis son las siguientes:

- Determinar la capacidad del proceso

Se medirá la habilidad del proceso para cumplir con los requerimientos del cliente y para esto, calcularemos el DPMO (Defectos por unidades de millón), según valores extraídos de documentos de Control Vital.

DATOS REQUERIDOS		Extraído de
<b>DPU: Oportunidades de defectos por unidad (100 pacientes)</b>	25	Diagrama de Pareto
<b>Número de quejas recibidas en el año 2014</b>	426	Reuniones de Retroalimentación con los clientes
<b>Número de prestaciones en el año 2014</b>	9235	Sistema Spring de Atenciones

*Tabla 4.8. Tabla de Variables del Cálculo de la Capacidad*

Utilizando la herramienta “mediciones para Seis Sigma” calculamos lo siguiente:

- ✓ DPU:  $426/9235 = 0.0461288$  errores por servicio
- ✓ Oportunidades de error:  $25 \times 9235 = 230875$  oportunidades
- ✓ DPO:  $426/230875 = 0.0018451$  errores por servicio
- ✓ DPMO:  $0.0018451 \times 1000000 = 1845.1$  errores por millón de oportunidades
- ✓ Nivel Sigma:

Para calcular el nivel sigma del proceso, interpolaremos en base al cuadro inferior que muestra los errores por millón de oportunidades según su nivel sigma.

NIVEL EN SIGMA	DPMO	RENDIMIENTO
6	3.40	99.9997 %
5	233.00	99.98 %
4	6.210,00	99.3 %
3	66.807,00	93.3 %
2	308.537,00	69.15 %
1	690.000,00	30.85 %
0	933.200,00	6.68 %

Interpolando:

$$5 - 233.00$$

$$X - 1845.10 \qquad X = 4.73$$

$$4 - 6.210.00$$

Por lo tanto: el nivel sigma del proceso es 4.73

- Definir el objetivo de desempeño

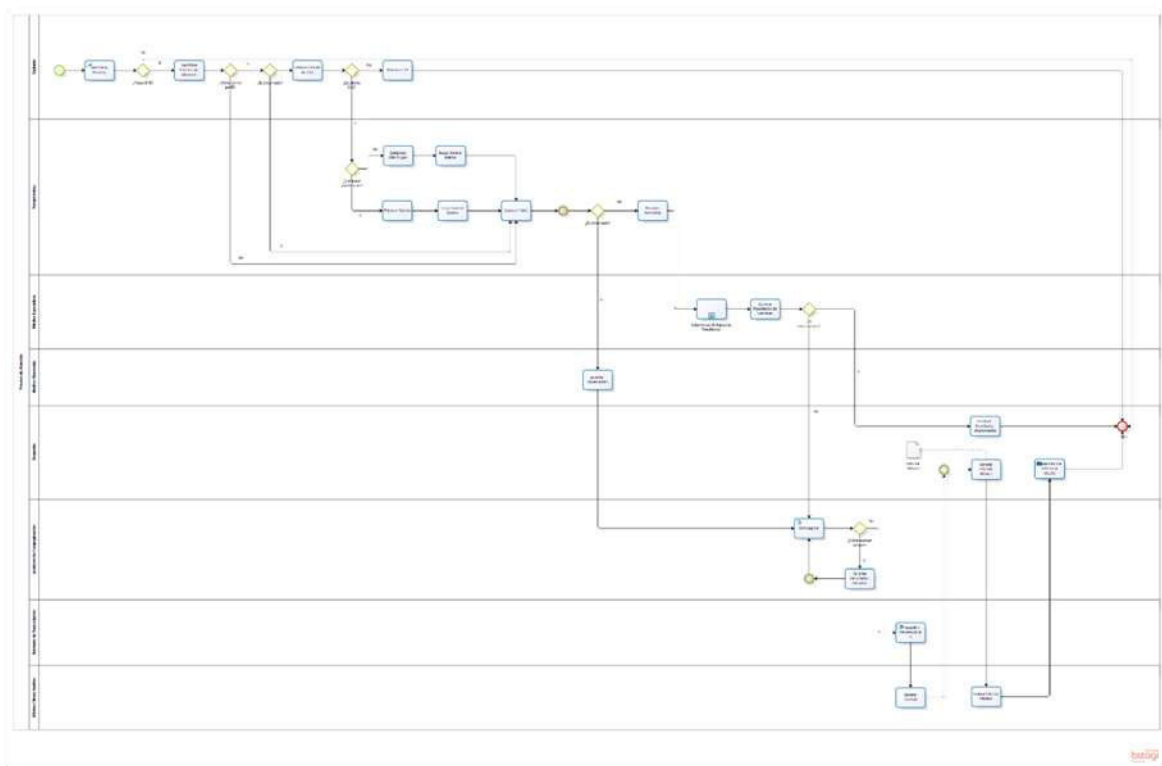
Basándonos en el Árbol de Causas y Efectos presentado en el capítulo 4, se detallará a través de la matriz de causa y efecto, cuales son las

principales actividades que se deben solucionar y disminuir el impacto del problema central.

Escala de medición	Efectos							
Alta : 9 Media : 3 Baja : 1	Reclamos constantes de los pacientes	Pacientes poco serviciales con el examen	Disminución del prestigio construido	Descenso de los ingresos de la empresa	Resultados poco confiables de las aptitudes	Pérdida de tiempo en reevaluar	Total	Ponderación
Causas	2	1	4	6	5	3		
Repetición de actividades por errores en reportes	9	3	3	1	9	9	111	2
Inexistencia de flujos alternativos al proceso vigente	3	9	1	1	1	9	57	4
Mala distribución de las atenciones diarias	9	3	1	3	1	1	51	5
Crecimiento inesperado de la demanda	1	1	1	9	1	1	69	6
Incumplimiento de las reglas del negocio	3	1	9	9	9	3	151	3
Cambios repentinos del área administrativa	3	9	3	1	3	9	75	1

*Tabla 4.9. Tabla de Ponderación de Causas y Efectos*

Posteriormente, evaluaremos los tiempos promedios que toma cada actividad del proceso para determinar cuáles de ellos no generan valor y que deben ser evaluados para eliminarlas o mejorarlas. En primer lugar, se muestra el flujograma:













*Gráfico 4.7. Flujograma del Proceso del Negocio de Control Vital*

El siguiente cuadro, basado en el flujograma anterior, muestra que actividades generan valor y cuales no para luego identificar que variaciones se le pueden realizar al proceso.

Descripción de actividades	Operación	Transporte	Control	Demora	Almacén	Minutos	Valor añadido	Valor no añadido
Identificar Persona	○	⇒	□	D	▽	1	X	
Identificar Proceso de Atención	○	⇒	□	D	▽	1	X	
Verificar Cliente de CV2	○	⇒	□	D	▽	1	X	
Filiación Rápida	○	⇒	□	D	▽	2	X	
Crear Control Interno	○	⇒	□	D	▽	2	X	
Generar Ticket	○	⇒	□	D	▽	2	X	
Filiación Completa	○	⇒	□	D	▽	4	X	
Ingreso de Resultados	○	⇒	□	D	▽	180	X	
Generar Resultados de Exámenes	○	⇒	□	D	▽	30		X
Transcribir Resultados en Formatos	○	⇒	□	D	▽	15		X
Generar Aptitud	○	⇒	□	D	▽	20	X	
Generar Informe Médico	○	⇒	□	D	▽	15	X	



Validar Informe Médico						15		X
Enviar Informe Médico al Cliente						10	X	
	TOTAL					298	11	3
	Porcentaje de valor añadido VS valor no añadido:						78.57%	21.43%

*Tabla 4.10. Tabla de Porcentaje de Valor Añadido y No Añadido*

- Identificar las fuentes de variación

Luego de definir las actividades que no generan valor al proceso, se evaluará su eliminación o su mejora:

Actividad de valor no añadido	Evaluación	Eliminado
Generar Resultados de Exámenes	La generación de resultados se da luego de realizar cada examen. Por ejemplo, al terminar el examen de audiometría, la técnica imprime un reporte y luego éste es firmado por el médico especialista. De esta manera, el área de compaginación se ve obligada a esperar hasta que todos los médicos especialistas firmen sus reportes.	NO
	Propuesta de mejora: Utilización de firmas digitales que permitan reducir el tiempo de espera para la generación de reportes.	
Transcribir Resultados en Formatos	La transcripción de resultados se da luego de que todos los exámenes se encuentren debidamente llenados, pues si falta algún dato el reporte quedará inconcluso.	SI
	Propuesta de mejora: Utilización de etiquetas que obtiene los resultados ingresados y los coloca automáticamente en los reportes (archivos .doc) que permite la reducción del área de Transcripción y Compaginación.	
Validar Informe Médico	Al obtener el informe médico del área de despacho, es validado por los médicos auditores (resultados correctos y aptitud relacionada a los datos ingresados), lo cual genera mayor retraso en la entrega a sus clientes.	SI

	Propuesta de mejora: Reducción de validaciones con el ingreso correcto y a tiempo. Esto le permite a los médicos auditores que generen más aptitudes, en lugar de validar los informes repetidas veces.
--	---

*Tabla 4.11. Tabla de Evaluación de Actividades de Valor No Añadido*

#### **4.1.4. Fase de Mejora**

Las etapas de la fase de mejora son las siguientes:

- Mostrar las causas potenciales y caracterización de X's:

##### **1. Causa potencial N1**

La espera del área de Despacho a los médicos especialistas toma mucho tiempo pues los informes deben ser firmados por ellos, lo cual no puede darse de inmediato. Los médicos especialistas llegan al centro aproximadamente 3pm y deben revisar los resultados de todos los pacientes del día, esto puede durar hasta las 5 o 6pm. Por lo tanto, en estas condiciones no se logrará los informes automáticos (objetivo de la empresa).

Recomendación:

Implementación de firmas digitales para los médicos especialistas con el objetivo de firmar desde el lugar donde se encuentren sin necesidad de esperar a que lleguen al centro médico. De esta manera, lograrían tener los informes justo después de haberle tomado el examen al paciente.

## 2. Causa potencial N2

El área de Compaginación debe esperar a que los resultados estén completos para agrupar los informes en base a los clientes y pacientes, lo cual podría realizarse desde el área de Despacho para prescindir de la de Compaginación. De la misma manera, el área de Transcripción debe esperar a que los resultados estén completos para pasarlos a los formatos según el cliente, lo cual tarda aproximadamente 20 minutos y si se devuelve por fallas (20%), hasta 40 minutos. Esto también impactaría en conseguir los informes automáticos.

### Recomendación:

Eliminar las áreas de Compaginación y Transcripción pues sus funciones pueden ser reemplazadas. Al momento de la impresión que se daría en el área de Despacho, se podría imprimir de forma ordenada y por paciente para evitar la compaginación previa. Por otro lado, la implementación de etiquetas a través del documento .xml capturaría los valores de los exámenes automáticamente y por consiguiente, la transcripción ya no sería necesaria en el proceso de negocio.

## 3. Causa potencial N3

La validación del área de Médicos Auditores se manifiesta en muchas ocasiones, dependiendo de los errores que puedan cometer el área de Transcripción y Técnicos de Procedimientos. La mayoría de los técnicos termina el ingreso de resultados a las 4pm, lo cual dilatará las áreas subsiguientes. Esto genera que los médicos auditores revisen una y otra vez la historia de un paciente, cuando lo más óptimo sería una sola vez antes de mandar a imprimir el informe médico.

Recomendación:

Limitar las validaciones a una sola vez que se dará luego de ingresar todos los resultados. La aptitud será generada también en el mismo momento y posteriormente pasará al área de Despacho para imprimir la historia médica, la cual estará validada y así no se necesitará una segunda revisión antes de enviarla al cliente.

- Descubrir las relaciones entre variables y proponer una solución

En esta etapa, se propondrá un nuevo modelo del proceso tomando en cuenta las observaciones anteriores y se realizará una comparación entre el modelo actual para determinar la optimización del tiempo. Ambos modelos están desarrollados en *Arena Simulation* donde se ingresaron ecuaciones en base a sus tiempos (tomados del proceso). Dichas ecuaciones fueron tratadas en el mismo programa mediante *Input Analyzer*.

El primer modelo es del proceso actual, el cual ingresamos las funciones según los tiempos de cada actividad. Luego se colocó 4 contadores: número de pacientes en arribo, número de pacientes retirados, número de pacientes atendidos y tiempo promedio del proceso. Además, se colocó un reloj que correrá 8 horas (horario de atención).

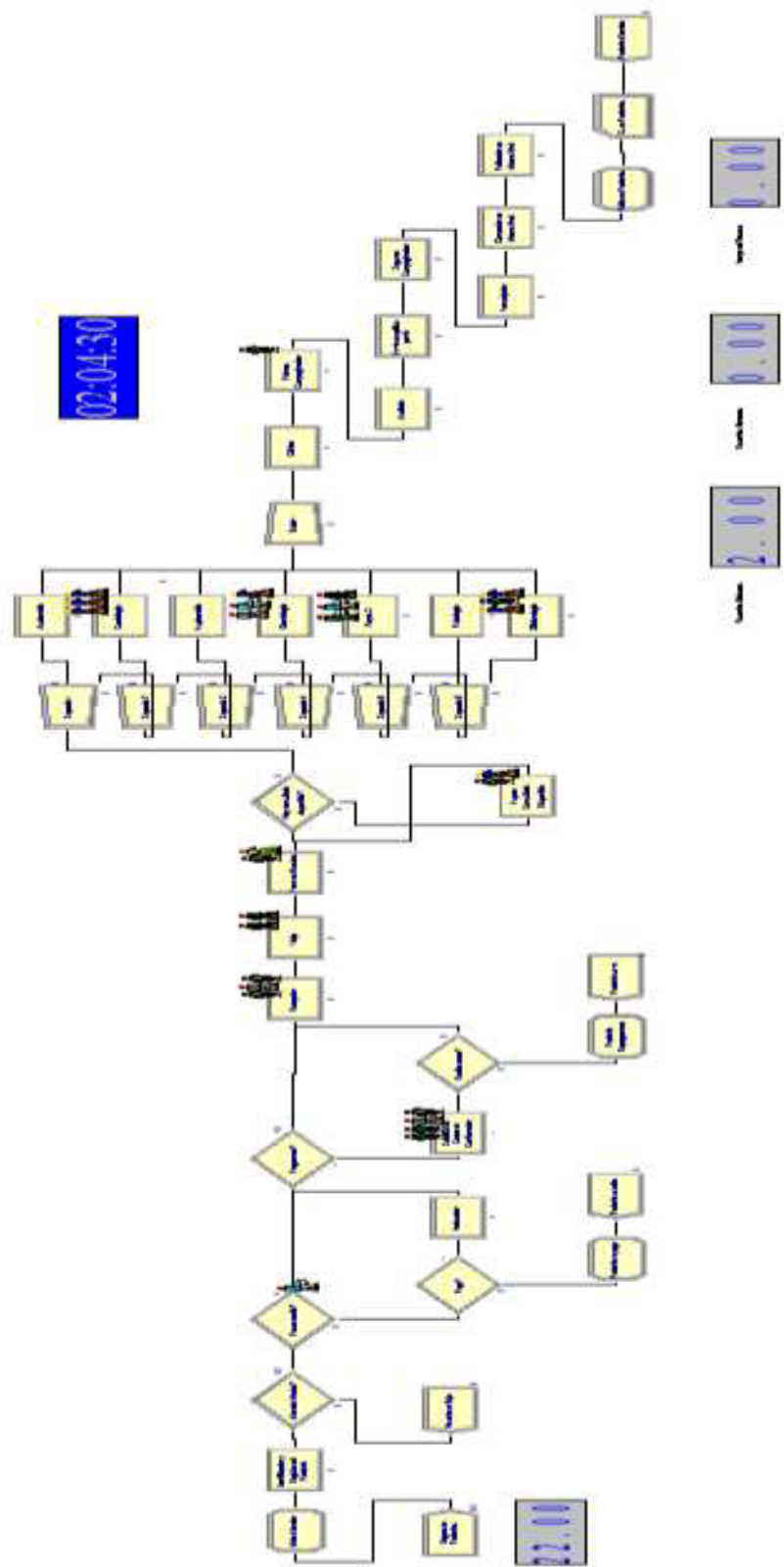
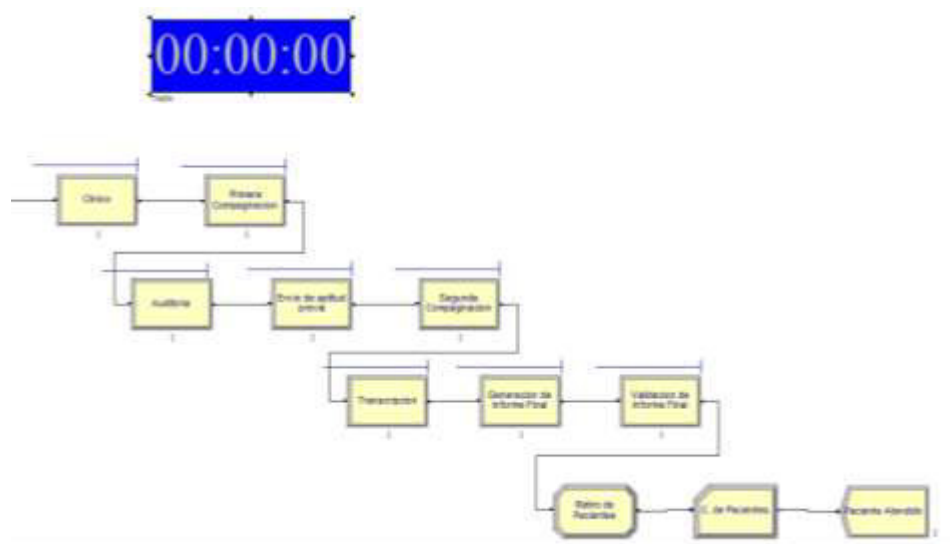
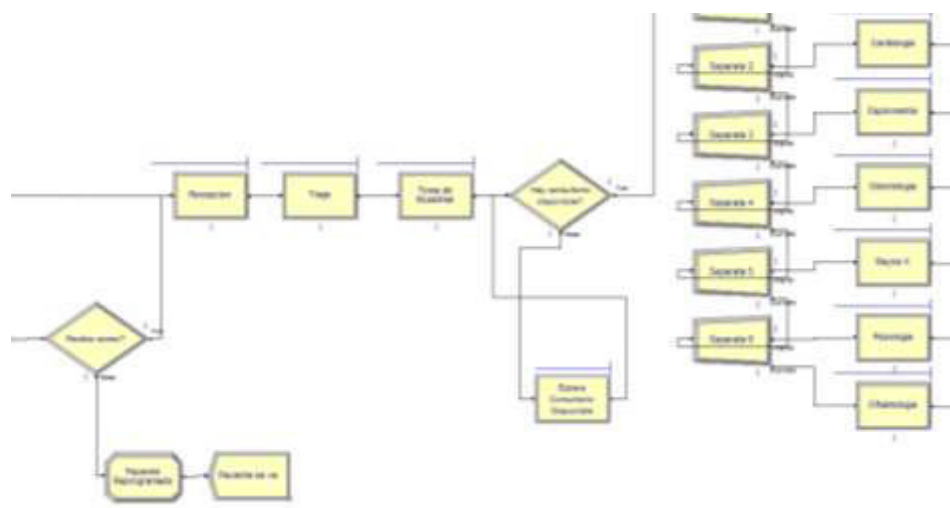
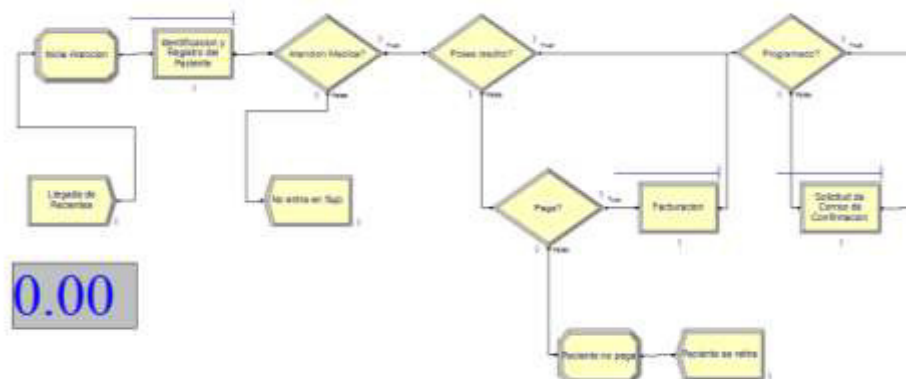


Gráfico 4.8. Modelo de Simulación del Proceso Actual



En la siguiente lista, se puede notar los tiempos promedio de espera de los pacientes según la actividad en la que se encontraban. Además, se muestran dos columnas del mínimo y máximo valor que tomaron los tiempos.

Replications: 1      Time Units: Hours

---

**Queue**

---

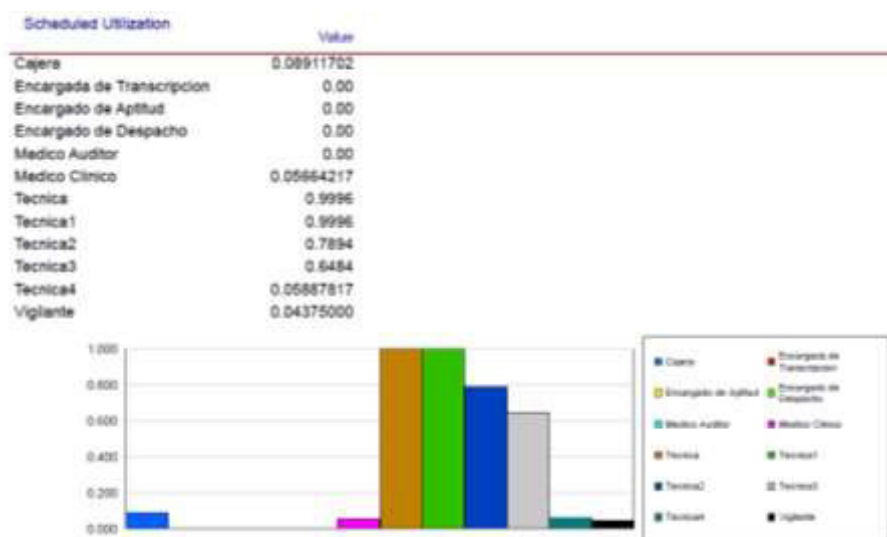
**Time**

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Audiometria.Queue	0.8564	(Insufficient)	0.3860	2.2644
Batch 1.Queue	0.5390	(Insufficient)	0.00	2.3704
Clinico.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Espirometria.Queue	1.0176	(Insufficient)	0.4670	2.2867
Facturacion.Queue	0.06170182	(Insufficient)	0.00	0.1779
Identificacion y Registro del Paciente.Queue	0.00010133	(Insufficient)	0.00	0.00304234
Psicologia.Queue	1.0177	(Insufficient)	0.4672	2.2868
Recepcion.Queue	1.3830	(Insufficient)	0.00	2.5214
Toma de Muestras.Queue	1.1055	(Insufficient)	0.1824	2.3678
Triaje.Queue	1.2849	(Insufficient)	0.00	2.5274

**Other**

*Gráfico 4.9. Tiempos mínimos y máximos según actividad (actual)*

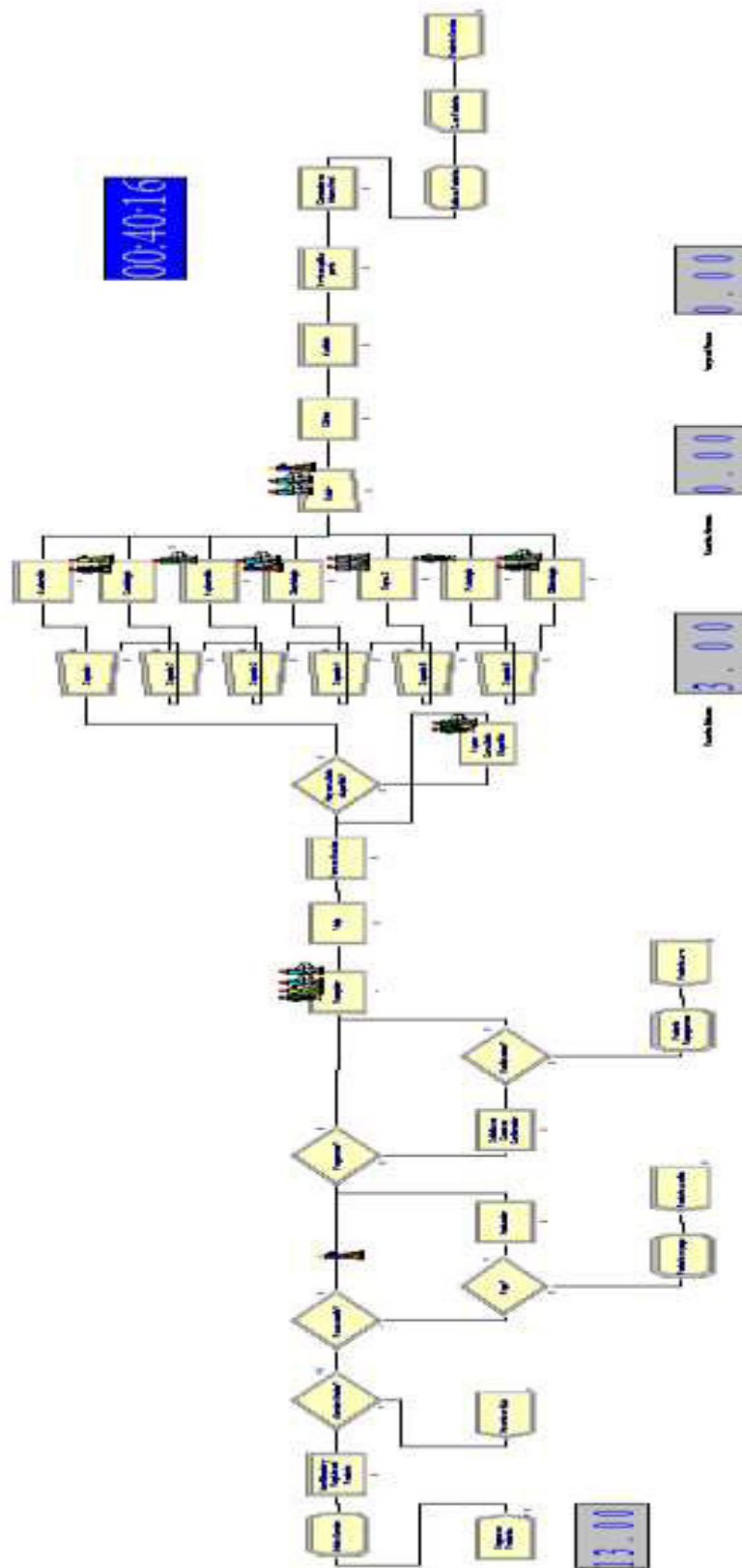
Por otro lado, se obtiene un histograma que significa el porcentaje de uso de un recurso. En este caso, ninguno de los recursos se utiliza al 100%.



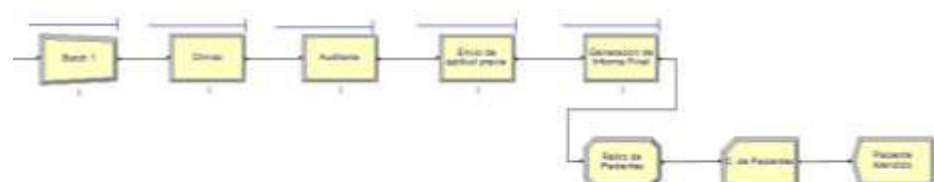
*Gráfico 4.10. Histograma de porcentaje de uso según recurso (actual)*

El segundo modelo es del proceso futuro, el cual se diseñó de la misma manera que el anterior (funciones), mas no presenta las mismas actividades puesto que se simplificó la parte final del proceso. También presenta los mismos contadores y el reloj del proceso actual.





*Gráfico 4.11. Modelo de Simulación del Proceso Futuro*



En la siguiente lista, se puede notar los tiempos promedio de espera de los pacientes que se espera en el proceso futuro. Del mismo modo, se muestran dos columnas del mínimo y máximo valor que podrían tomar los tiempos.

Replications: 1      Time Units: Hours

**Queue**

**Time**

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Audiometria.Queue	0.5011	(Insufficient)	0.00609180	1.4951
Auditoria.Queue	0.1795	(Insufficient)	0.00	0.8046
Batch 1.Queue	0.1771	(Insufficient)	0.00	1.6323
Cardiologia.Queue	2.0100	(Insufficient)	0.6933	2.4778
Clinico.Queue	0.04165861	(Insufficient)	0.00	0.2098
Envio de aptitud previa.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Espirometria.Queue	0.6903	(Insufficient)	0.03153331	1.7315
Facturacion.Queue	0.02587603	(Insufficient)	0.00	0.1294
Generacion de Informe	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Final.Queue				
Identificacion y Registro del	0.00002218	(Insufficient)	0.00	0.00228472
Paciente.Queue				
Odontologia.Queue	2.0100	(Insufficient)	0.6933	2.4778
Oftalmologia.Queue	2.1556	(Insufficient)	1.3120	2.6064
Psicologia.Queue	0.6904	(Insufficient)	0.03180897	1.7316
Rayos X.Queue	2.1128	(Insufficient)	1.2703	2.5553
Recepcion.Queue	1.7389	(Insufficient)	0.00	2.7708
Solicitud de Correo de	2.2156	(Insufficient)	1.5893	2.7692
Confirmacion.Queue				
Toma de Muestras.Queue	0.1685	(Insufficient)	0.00	0.3622
Triage.Queue	0.7606	(Insufficient)	0.00	2.4157
Other				

Gráfico 4.12. Tiempos mínimos y máximos según actividad (futuro)

Por otro lado, se obtiene un histograma que significa el porcentaje de uso de un recurso. En este caso, se ve una disminución notable en el uso, lo cual significa la atención de más pacientes.

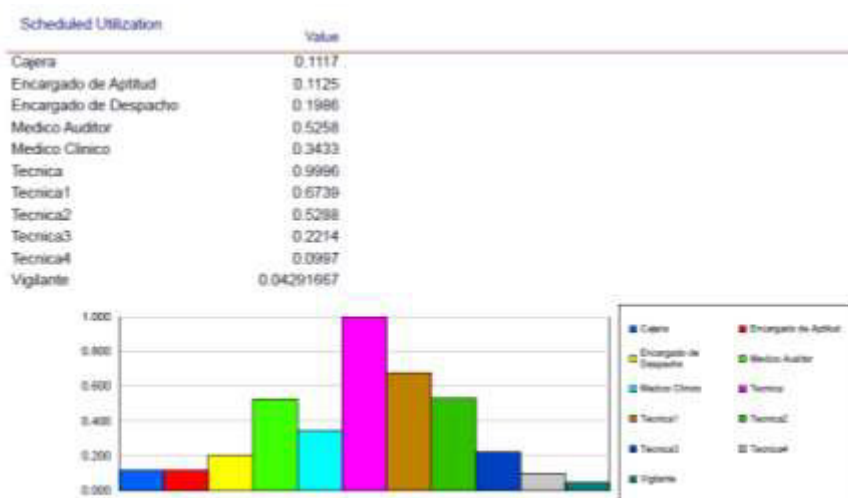



Gráfico 4.13. Histograma de porcentaje de uso según recurso (futuro)


#### 4.1.5. Fase de Control


Las etapas de esta fase son las siguientes:


- Validar el sistema de medición.

Para validar el sistema de medición implementado, primero nos centraremos en los contadores del proceso actual:


Llegada de pacientes: 


Pacientes retirados: 

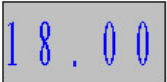
Pacientes atendidos: 


Tiempo del proceso:  (El proceso no termina en el horario normal de atención, por lo que el tiempo es cero)

Por consiguiente, nos centraremos en los contadores del proceso futuro:

Llegada de pacientes: 

Pacientes retirados: 

Pacientes atendidos: 

Tiempo del proceso:  (El proceso termina en el horario normal de atención, por lo que son 5.7 horas)

- Determinar la capacidad del proceso

Se medirá la habilidad del proceso futuro para determinar si éste cumplirá las expectativas del cliente y para esto, calcularemos de la misma manera, el DPMO (Defectos por unidades de millón), comparando los valores de los contadores del punto anterior.

DATOS ESTIMADOS		Observaciones
<b>DPU: Oportunidades de defectos por unidad (100 pacientes)</b>	21	En base a los pacientes promedios que asisten (103) y los pacientes atendidos en el proceso futuro (18), se reduce el número de defectos en un 17.3%
<b>Número esperado de quejas en el año 2015</b>	43	Se estima que el número se reducirá en un 90% pues el tiempo del proceso será de 5.7 horas desde el arribo del paciente.
<b>Número esperado de prestaciones en el año 2015</b>	9235	Se estima que el número de pacientes se mantendrá al del año pasado, aunque el pronóstico es un incremento en dicho número pues la demanda seguirá creciendo.

*Tabla 4.12. Tabla de Variables del Cálculo de la Capacidad*

Utilizando la herramienta “mediciones para Seis Sigma” calculamos lo siguiente:

- ✓  $DPU: 43/9235 = 0.004652$  errores por servicio
- ✓ Oportunidades de error:  $21 \times 9235 = 193935$  oportunidades
- ✓  $DPO: 43/193935 = 0.0002217$  errores por servicio
- ✓  $DPMO: 0.0002217 \times 1000000 = 222$  errores por millón de oportunidades
- ✓ Nivel Sigma:

Para calcular el nivel sigma del proceso, interpolaremos en base al cuadro inferior que muestra los errores por millón de oportunidades según su nivel sigma.

NIVEL EN SIGMA	DPMO	RENDIMIENTO
6	3.40	99.9997 %
5	233.00	99.98 %
4	6.210,00	99.3 %
3	66.807,00	93.3 %
2	308.537,00	69.15 %
1	690.000,00	30.85 %
0	933.200,00	6.68 %

Interpolando:

$$6 - 3.40$$

$$X - 221.72 \qquad X = 5.05$$

$$5 - 233.00$$

Por lo tanto: el nivel sigma del proceso futuro es 5.05, lo cual muestra una mejora 0.32 a nivel sigma y un rendimiento de 99.981%.

- Implementar el sistema de control

Para implementar un sistema de control, se realizará un plan de contingencia; de esa manera administraremos que el proceso futuro y sus respectivas reglas se cumplan.

#### 4.1.5.1. Plan de Contingencia

Primero se debe plasmar los riesgos existentes que podría sufrir el proceso futuro. Luego, se propondrá un plan para evitar o disminuir el impacto sobre el flujo normal del proceso futuro.

- ✓ Las etiquetas que capturan el valor de los resultados podrían alterarse a través de su código .xml, lo cual generaría que los

informes se impriman con las etiquetas y no los datos de los exámenes. La probabilidad de que ocurra es de 0.7 y el impacto es de 0.4, lo cual genera un riesgo de 0.28 (inaceptable).

		Riesgo = Probabilidad x Impacto				
Probabilidad	0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
	0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
	0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
	0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
	0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
		Impacto				

El plan de contingencia para este riesgo sería desactivar la corrección de ortografía del programa word para evitar que este altere las etiquetas. Además, generar varios backups de todos los formatos para poder reemplazarlos inmediatamente, en caso olviden la desactivación de la corrección; la computadora que contenga dichos backups sí deben desactivar correctamente.

- ✓ Los servidores que alojan las validaciones de las firmas digitales podrían caerse, lo cual ocasionaría que los médicos especialistas deban encontrarse en el centro médico para poder firmar sus informes. Esto retrasaría la operación y el envío de informes a los clientes. Por dicha razón, se debe planear como contrarrestar este riesgo y así lograr la implementación del proceso futuro. La probabilidad de que ocurra es de 0.1 y el impacto es de 0.8, lo cual genera un riesgo de 0.08 (moderado).

		Riesgo = Probabilidad x Impacto				
Probabilidad	0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
	0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
	0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
	0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
	0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
		Impacto				

El plan de contingencia para este riesgo sería alquilar un servidor en un datacenter en el exterior, adecuarlo con sistemas operativos libres y virtualización para después subir copias de respaldo de las firmas digitales. Así, en caso le ocurra algo al servidor que las aloja, ya tendrían un respaldo. Además, otorgarle acceso a desarrolladores que conozcan el manejo de los servidores para que reinicien rápidamente y así no dependa de una única persona.

- ✓ El ingreso a tiempo de los resultados es indispensable pues mientras mayor tiempo se tomen, mayor tiempo se retrasará las demás actividades del flujo normal. Los técnicos deben ingresar correcta y rápidamente cada dato de los distintos exámenes por los que pasa el paciente. Depende de esto que los médicos especialistas firmen sus informes, los médicos auditores generen las aptitudes y el área de despacho imprima los informes para enviarlos a sus clientes. La probabilidad de que ocurra es de 0.9 y el impacto es de 0.4, lo cual genera un riesgo de 0.36 (inaceptable).



		Riesgo = Probabilidad x Impacto					
Probabilidad	0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	
	0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	
	0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	
	0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	
	0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	
		Impacto					

El plan de contingencia para este riesgo sería nombrar un jefe por área y asignarle la función de controlar el ingreso de los resultados de cada uno de los miembros que se encuentren a su cargo. De esta manera, se podrá asegurar que todos los datos estén en el sistema para que no retrase las actividades de los demás trabajadores.

- ✓ La falta de conocimiento de la metodología seis sigma es un punto muy importante a considerar pues el personal debe tener una noción de cómo debe ejecutar las fases descritas anteriormente. No todos los colaboradores deben conocer la metodología pero sí los involucrados, que estarán diariamente haciendo el seguimiento de las actividades. La probabilidad de que ocurra es de 0.9 y el impacto es de 0.2, lo cual genera un riesgo de 0.18 (inaceptable).

		Riesgo = Probabilidad x Impacto					
Probabilidad	0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	
	0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	
	0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	
	0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	
	0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	
		Impacto					

El plan de contingencia para este riesgo sería realizar constantes capacitaciones al área encargada de implementar la mejora de procesos. La idea no se basa en contratar nuevo personal con el dominio de la metodología, sino en potenciar el conocimiento de los colaboradores actuales y minimizar costos.

## CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

- La detección de puntos críticos son parte fundamental para determinar la solución a los cuellos de botella que se generan en el proceso de atención.
- No sólo se redujo la cantidad de puntos críticos, sino que además disminuyó el tiempo de los mismos.
- Se concluye que aplicando la metodología a las variables encontradas, se puede reducir los defectos en un 7% logrando un nivel de calidad para los pacientes.
- La medición de tiempo es necesaria en la implementación del trabajo porque con dicha muestra se determinará una simulación de mayor proyección (cálculos cuantitativos).
- La presente tesina puede ser replicada en otras empresas que cuenten con procesos de negocio similares, luego de comparar con los diagramas diseñados de la fase de Análisis.
- Se propone un nuevo proceso de atención para Control Vital en base a lo entendido de los diagramas de operaciones
- Se confirma la hipótesis de que el desarrollo de la metodología validado por un programa simulador garantiza la reducción del tiempo en un 30% y una disminución de defectos en un 7%.
- A través de un exhaustivo análisis de procesos es posible conseguir un nuevo flujo propuesto del servicio y con un modelo de simulación se justificaría propuestas a mediano y largo plazo para solucionar la problemática de la empresa involucrada.

## **7.2. Recomendaciones**

- Difundir al personal las mejoras propuestas para evitar resistencias al cambio y alineen sus actividades al nuevo proceso.
- Aplicación de la herramienta de control elaborada (Capítulo 4.1.5.1. Plan de Contingencia).
- Capacitación constante al personal administrativo en el manejo de metodologías de procesos y programas de modelado.
- Capacitación constante al personal de TI en el manejo de programas de simulación para revisiones del status del nuevo proceso.
- Registrar la variabilidad del proceso de atención para la detección rápida de errores.
- Comunicación dinámica de las necesidades de las áreas involucradas.
- Realizar sondeos periódicos para medir la satisfacción de usuarios internos y externos.

## **CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

### **8.1. Libros:**

- Juan Bravo Carrasco, Gestión de Procesos (5° edición), Evolución S.A., (2008), Chile.
- Arturo Ruiz-Falcó Rojas, Introducción a 6 Sigma, Universidad Pontificia Comillas, (2009), Madrid.
- W. David Kelton - Randall P. Sadowski - David T. Sturrock, Simulación con software Arena (4° edición), Mc Graw Hill, (2008), Estados Unidos.
- Aldo Fábregas Ariza - Rodrigo Wadniper Rojas - Carlos Paternina Arboleda - Alfonso Mancilla Herrera, Simulación de Sistemas Productivos con Arena, Ediciones Uninorte, (2003), Colombia.
- Fermín Gómez Fraile - José Francisco Vilar Barrio - Miguel Tejero Monzón, Seis Sigma (2° edición), FC Editorial, (2003), Madrid.
- Manuel Rajadell - José Luis Sánchez, Lean Manufacturing "La evidencia de una necesidad", Ediciones Díaz de Santos, (2010), Madrid.
- John W. Davis, Lean Manufacturing, Industrial Press New York, (2009), New York.
- Isao Kato - Art Smalley, Toyota Kaizen Methods, CRC Press, (2011), New York.
- Mark R. Hamel, Kaizen Event Fieldbook, Society of Manufacturing Engineers, (2010), Michigan.

### **8.2. Tesis:**

- Manuel Castillo Palomino, Modelo de sistema de gestión por procesos en entidades del estado, UNMSM, Pregrado, 2003, Lima
- Luis Rego Caldas, Análisis y propuestas de mejoras en el proceso de compactado en una empresa de manufactura de cosméticos, PUCP, Pregrado, 2010, Lima
- Omar Urrutia Aragón, Optimización del proceso de atención de requerimientos de software, UPC, Pregrado, Lima

- Wilfredo Guaita, Desarrollo de un Modelo de Simulación para Ensayar Políticas Operacionales en Cadenas de Suministros de PYMES Transformadoras, Universidad Politécnica de Madrid, Postgrado, 2008, Madrid.
- Jaime Ignacio Vazquez Cervantes, Filosofía 6 - sigma una metodología para mejorar la calidad de productos y servicios en el sector productivo, Instituto Politécnico Nacional, Pregrado, 2005, México D.F.

### 8.3. Sitios Web

- Carmen Zubiate Chávez, Exámenes médicos en el centro de trabajo, Miranda & Amado Abogados, [www.infocapitalhumano.pe/alerta-legal.php?id=24&t=exámenes-médicos-en-el-centro-de-trabajo](http://www.infocapitalhumano.pe/alerta-legal.php?id=24&t=exámenes-médicos-en-el-centro-de-trabajo), 10/04/14.
- Minsa, Protocolos de exámenes médicos ocupacionales y guías de diagnóstico de los exámenes médicos obligatorios por actividad, [www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/PROTOCOLOS-DE-EXAMENES-MEDICOS-OCUPACIONALES-2.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/PROTOCOLOS-DE-EXAMENES-MEDICOS-OCUPACIONALES-2.pdf), 13/04/14
- Control Vital, Grupo Vital - Servicios Integrales de Salud Empresarial, [www.controlvital.com.pe/servicio/2/evaluaciones-medicas-ocupacionales?gclid=CIW\\_9LbTpSGCFUc9gQod46gHEA](http://www.controlvital.com.pe/servicio/2/evaluaciones-medicas-ocupacionales?gclid=CIW_9LbTpSGCFUc9gQod46gHEA), 22/10/14
- Mintra, Reglamento de seguridad y salud en el trabajo decreto supremo N° 009-2005-TR, [www.mintra.gob.pe/archivos/file/normasLegales/DS\\_009\\_2005\\_TR.pdf](http://www.mintra.gob.pe/archivos/file/normasLegales/DS_009_2005_TR.pdf), 14/11/14